

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2002年 7月 2日

出願番号  
Application Number:

特願2002-194017

[ ST.10/C ]:

[ JP 2002-194017 ]

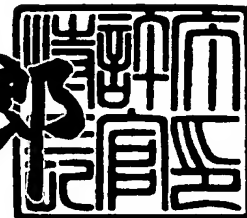
出願人  
Applicant(s):

オムロン株式会社

2003年 6月27日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3051038

【書類名】 特許願

【整理番号】 02P00470

【提出日】 平成14年 7月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/10

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1  
番地 オムロン株式会社内

【氏名】 古村 由幸

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1  
番地 オムロン株式会社内

【氏名】 速水 一行

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1  
番地 オムロン株式会社内

【氏名】 寺川 裕佳里

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1  
番地 オムロン株式会社内

【氏名】 細川 速美

【特許出願人】

【識別番号】 000002945

【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1  
番地

【氏名又は名称】 オムロン株式会社

【代表者】 立石 義雄

【代理人】

【識別番号】 100094019

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区谷町 1 丁目 3 番 5 号 オグラ天満橋ビル

【弁理士】

【氏名又は名称】 中野 雅房

【電話番号】 (06)6910-0034

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038508

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9800457

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光導波路装置、光導波路装置の製造方法及び光通信用装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光を透過伝搬させるコア及びコアを囲むクラッドからなる光導波路領域を有する第 1 の基板と、機能部位を有する第 2 の基板とをほぼ全面にわたって接着して前記機能部位の少なくとも一部を第 1 の基板の光導波路領域外に対向させた後、

前記機能部位に対向する第 1 の基板の不要部分を除去することを特徴とする光導波路装置の製造方法。

【請求項 2】 光を透過伝搬させるコア及びコアを囲むクラッドからなる複数の光導波路領域を有する第 1 の基板と、複数の機能部位を有する第 2 の基板とをほぼ全面にわたって接着して前記機能部位のそれぞれの少なくとも一部を第 1 の基板の各光導波路領域外に対向させた後、

前記機能部位に対向する第 1 の基板の不要部分を除去すると共に第 1 及び第 2 の基板を光導波路領域及び機能部位を含む個々の光導波路装置に分離することを特徴とする光導波路装置の製造方法。

【請求項 3】 前記第 1 の基板と前記第 2 の基板とを接着する際、前記機能部位を形成された領域において第 1 の基板と第 2 の基板との間に接着樹脂の未硬化層を残しておき、この未硬化層により前記機能部位に対向する第 1 の基板の不要部分を除去することを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の光導波路装置の製造方法。

【請求項 4】 前記第 1 の基板と前記第 2 の基板とを接着する前に、前記機能部位に対向する第 1 の基板の不要部分、もしくは、第 2 の基板の、前記不要部分に対向する領域に接着性の低い層を形成しておき、この低接着層により前記機能部位に対向する第 1 の基板の不要部分を除去することを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の光導波路装置の製造方法。

【請求項 5】 前記第 1 の基板の除去される領域と残される領域との境界をダイシングにより切断して第 1 の基板の不要部分を除去することを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の光導波路装置の製造方法。

【請求項 6】 前記第 1 の基板と前記第 2 の基板とを前記クラッドと屈折率がほぼ等しい接着樹脂によって接着することを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の光導波路装置の製造方法。

【請求項 7】 請求項 1 ないし 6 に記載した光導波路装置の製造方法により製造された光導波路装置。

【請求項 8】 請求項 7 に記載した光導波路装置を用いた光通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、コア内で光を透過伝搬する光導波路に、光ファイバや投光素子、受光素子などを実装するための光ファイバガイドや光学素子設置部、並びに光変調機能を付加した光導波路装置と、その光導波路装置の製造方法と、その光導波路装置を用いた光通信装置に関する。

【0002】

【背景技術】

光通信に用いられる光ファイバケーブルの接続部や末端部では、他の光ファイバケーブルや投光素子、受光素子と接続するために光導波路装置が用いられている。近年、高速で大容量のデータを伝送できる光通信の利用が進んでおり、より安価で大量生産に適した光導波路装置の製造が望まれている。

【0003】

図 1 は、従来から用いられている光導波路装置 1 の概略斜視図である。この光導波路装置 1 は、図 2 に示すように、光導波路 6 と支持基板 7 から構成されており、支持基板 7 の光導波路設置部 12 に光導波路 6 を乗せ、支持基板 7 上で光導波路のコア 4 と光ファイバ、投光素子 8、受光素子 10 等を接続して使用することができる。

【0004】

光導波路 6 は、基板 2 と、内部で光を透過伝搬させるコア 4、コアを囲む下部クラッド層 3 及び上部クラッド層 5、及び、フィルタ 13d から構成されている。コア 4、下部クラッド層 3、上部クラッド層 5 は比較的屈折率の大きな樹脂や

ガラスなどの物質により形成されている。また、コア4内で光を閉じ込めて伝搬するために、コア4の屈折率は下部クラッド層3及び上部クラッド層5の屈折率と比較して大きくなければならない。フィルタ13dは特定の波長の光のみを透過し、特定の波長以外の波長の光を反射する特性をもつ光学素子であり、光導波路6にコア4aとコア4b, 4cを分断するように形成されたフィルタ設置溝13cに設置して使用する。

#### 【0005】

シリコン基板11をエッチングして成型した支持基板7には、光ファイバを位置合わせして設置するための断面V溝状の光ファイバガイド9と、導波路6を乗せるための光導波路設置部12が形成されている。支持基板7には、半導体レーザー(LD)や発光ダイオード(LED)などの投光素子8や、受光素子10をコア4の端面と光軸を合わせて設置する。また、支持基板上7には、投光素子8や受光素子10を通電するための配線やワイヤボンダッド13a, 13bが形成されている。

#### 【0006】

従来、このような光導波路装置1を製造するには、光導波路6と支持基板7とを個別に製造し、光導波路6と支持基板7を一つ一つ接着樹脂で接合させて光導波路装置1を製作していたので、製造工程が煩雑になり、製造工程に時間やコストが掛かり、効率よく大量生産することができなかった。また、個々の光導波路6や支持基板7は微小な部品であるため、光導波路6及び支持基板7を精度良く位置合わせして光導波路装置1を組み立てるのに時間やコストがかかり、最終的な生産効率を向上させることが困難であった。

#### 【0007】

一方、光導波路6と支持基板7をそれぞれウエハないし親基板上に複数個形成しておき、両ウエハないし親基板を接合させた後、その接合体を個々の光導波路装置に切り離すようにすれば、生産効率は向上する。しかし、支持基板7に投光素子8や受光素子10を実装するためのパッド部や光ファイバガイド9を設けられた光導波路装置1では、最終的にパッド部に投光素子や受光素子を実装し、また光ファイバガイド9に光ファイバを固定しなければならないので、パッド部や

光ファイバガイド 9 を露出させておく必要がある。よって、光導波路 6 と支持基板 7 をそれぞれウエハないし親基板上に複数個形成しておき、両ウエハないし親基板を全面接着する方法では、光ファイバガイド 9 やパッド部を露出させることが困難であり、光ファイバガイド 9 やパッド部を有する光導波路装置では、このような製造方法は実現性が低かった。

## 【 0 0 0 8 】

## 【発明の開示】

本発明は上述の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、光導波路装置の製造工程を簡略化し、また大量生産に適した光導波路装置の製造方法を提供することにある。

## 【 0 0 0 9 】

請求項 1 に記載の光導波路装置の製造方法は、光を透過伝搬させるコア及びコアを囲むクラッドからなる光導波路領域を有する第 1 の基板と、機能部位を有する第 2 の基板とをほぼ全面にわたって接着して前記機能部位の少なくとも一部を第 1 の基板の光導波路領域外に対向させた後、前記機能部位に対向する第 1 の基板の不要部分を除去することを特徴としている。ここで、第 2 の基板に設けられた機能部位とは、投光素子や受光素子、光ファイバ等の素子又は部品を実装するための素子実装用ベンチや光ファイバガイド、ヒータや電極を形成した光変変調機能に関する部位である。また、前記光導波路領域には、コアを透過伝搬する光に影響を与えるためのフィルタ、ヒータ素子などを含んでいてもよい。さらに、当該光導波路領域は第 1 の基板の全体に設けられていてもよく、第 1 の基板の一部に設けられていてもよく、あるいは光導波路領域が第 1 の基板そのものであってもよい。

## 【 0 0 1 0 】

請求項 1 に記載した光導波路装置の製造方法によれば、第 1 の基板と第 2 の基板とをほぼ全面にわたって接着してあっても、第 1 の基板のうち、機能部位が形成された領域と対向する不要部分を除去することにより、第 2 の基板の機能部位を露出させ、機能部位に所定の素子又は部品を実装することができる。従って、第 1 の基板と第 2 の基板とを接着する際に、第 1 の基板の不要部分を除いて所定

のパターンに接着樹脂を塗布する必要が無く、第1及び第2の基板の接着工程を簡略にすることができ、ひいては光導波路装置の製造工程を簡略化することができる。

#### 【0011】

請求項2に記載の光導波路の製造方法は、光を透過伝搬させるコア及びコアを囲むクラッドからなる複数の光導波路領域を有する第1の基板と、複数の機能部位を有する第2の基板とをほぼ全面にわたって接着して前記機能部位のそれぞれの少なくとも一部を第1の基板の各光導波路領域外に対向させた後、前記機能部位に対向する第1の基板の不要部分を除去すると共に第1及び第2の基板を光導波路領域及び機能部位を含む個々の光導波路装置に分離することを特徴としている。

#### 【0012】

請求項2に記載した光導波路の製造方法によれば、親基板である第1の基板と親基板である第2の基板から複数の光導波路装置を同時に製作する場合でも、親基板である第1の基板と親基板である第2の基板をほぼ全面接着した後、第1の基板の不要部分を除去して機能部位を露出させることができると共に個々の光導波路装置に切り離すことができる。よって、親基板である第1の基板と第2の基板を個々に切り離した後、切り離された第1の基板と第2の基板をひとつひとつ接着する場合に比較して、光導波路装置の製造工程が極めて簡略化され、量産性を向上させることができる。

#### 【0013】

請求項3に記載の光導波路装置の製造方法は、請求項1又は2において、前記第1の基板と前記第2の基板とを接着する際、前記機能部位を形成された領域において第1の基板と第2の基板との間に接着樹脂の未硬化層を残しておき、この未硬化層により前記機能部位に対向する第1の基板の不要部分を除去することを特徴としている。第1の基板と第2の基板との間に接着樹脂の未硬化層を残すためには、例えば紫外線硬化型などの光硬化型接着樹脂などを第1及び第2の基板間に塗布した後、未硬化層のまま残そうとする領域をマスクで覆って接着樹脂に光や電子線を照射して接着樹脂を部分的に硬化させればよい。



## 【 0 0 1 4 】

請求項 3 に記載の光導波路装置の製造方法では、第 1 の基板と第 2 の基板を接着樹脂で接着する際、この接着樹脂を部分的に硬化させることにより、第 1 の基板の不要部分に対応する領域では接着樹脂を未硬化のまま残しているため、第 1 の基板の不要部分の周囲を切断するだけで、機能部位を傷めることなく、簡単に不要部分を除去して機能部位を露出させることができる。

## 【 0 0 1 5 】

請求項 4 に記載の光導波路装置の製造方法は、請求項 1 又は 2 において、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板とを接着する前に、前記機能部位に対向する第 1 の基板の不要部分、もしくは、第 2 の基板の、前記不要部分に対向する領域に接着性の低い層を形成しておき、この低接着層により前記機能部位に対向する第 1 の基板の不要部分を除去することを特徴としている。ここで、低接着層としては、特に限定されるものではなく、Ni や Au 等の金属膜、SiO<sub>2</sub> 等の酸化膜、PTFE 等のフッ素系樹脂など、使用する接着樹脂により接着されにくい材質の層や基板との密着性が悪い層、互いに密着性の悪い層を積層するものでもよい。

## 【 0 0 1 6 】

請求項 4 に記載の光導波路装置の製造方法では、第 1 の基板と第 2 の基板を接着樹脂で接着する前に、第 1 の基板の不要部分に相当する箇所で第 1 の基板又は第 2 の基板に低接着層を形成しているため、第 1 の基板の不要部分の周囲を切断するだけで、機能部位を傷めることなく、簡単に不要部分を除去して機能部位を露出させることができる。

## 【 0 0 1 7 】

請求項 5 に記載の光導波路装置の製造方法は、請求項 1 又は 2 において、前記第 1 の基板の除去される領域と残される領域との境界をダイシングにより切断して第 1 の基板の不要部分を除去するので、第 1 の基板の不要部分を容易に除去することができる。特に、請求項 2 のように複数の光導波路装置を同時に製造する場合には、第 1 の基板の不要部分を除去する工程と、第 1 及び第 2 の基板を個々の光導波路装置に分離する工程とを一度に行うことができ、光導波路装置の製造工程をより簡略化することができる。

## 【0018】

請求項6に記載の光導波路装置の製造方法は、請求項1において、前記第1の基板と前記第2の基板とを前記クラッドと屈折率がほぼ等しい接着樹脂によって接着することを特徴としている。請求項6に記載の光導波路装置の製造方法では、コアとクラッドを有する第1の基板を当該クラッドと屈折率がほぼ等しい接着樹脂によって第2の基板と接着させているので、光導波路装置の完成後には、当該接着樹脂はクラッドとして機能する。

## 【0019】

また、本発明にかかる製造方法により製造された光導波路装置は、光通信用装置に用いることができる。

## 【0020】

なお、以上説明した本発明の構成要素は、可能な限り任意に組み合わせることができる。

## 【0021】

## 【発明の実施の形態】

## (第1の実施形態)

図3、図4は、本発明の一実施形態である光導波路装置（光トランシーバ）14aの概略斜視図及び概略分解斜視図である。本発明の光導波路装置14aは、支持基板21と光導波路基板15とから構成されている。光導波路基板15は、カバーガラス17、高屈折率の光学材料からなる下部クラッド層18、下部クラッド層18より高屈折率の光学材料からなり、内部で光を透過伝搬させるコア19a, 19b, 19c、フィルタ29、下部クラッド層18と同じ光学材料からなる上部クラッド層20から構成されている。フィルタ29は特定の波長域の光のみを透過させ、特定の波長域以外の光を反射させる特徴を有する光学素子であって、フィルタ設置溝31の内部に設置されている。下部クラッド層18内に埋め込まれているコア19a及びコア19bは一直線状に並んでおり、両コア19a, 19b間を仕切るようにして、且つ、その光軸に対して45度の傾きを持たせてフィルタ29が挿入され、フィルタ29の側面には、両コア19a, 19bの光軸に対して90度の角度を持つようにしてコア19cが配置されている。

## 【 0 0 2 2 】

支持基板 2 1 の表面には、上記光導波路基板 1 5 を積層するための導波路固定領域 3 0 が形成され、その周囲には V 溝状の光ファイバガイド 2 3 a、凹状をした光学素子設置部 2 4 a、2 4 b が設けられている。また、支持基板 2 1 の上面は、導波路固定領域 3 0 を除く全面が、Ni や Au 等の金属薄膜 2 2 によって覆われている。なお、支持基板 2 1 がシリコン基板である場合には、支持基板 2 1 の表面を酸化させて SiO<sub>2</sub> 膜を形成した上から金属薄膜 2 2 を形成してもよい。各光学素子設置部 2 4 a、2 4 b 内には、投光素子や受光素子を実装するための素子実装用ベンチ（電極パッド）3 3 a、3 3 b が形成されている。

## 【 0 0 2 3 】

図 3 のように組み立てられた光導波路装置 1 4 a においては、上記光導波路基板 1 5 は、上下反転された状態で設置されており、光ファイバガイド 2 3 a 及び素子実装用ベンチ 3 3 a、3 3 b は光導波路基板 1 5 から露出している。

## 【 0 0 2 4 】

図 5 は上記光導波路装置 1 4 a に投光素子 2 8 と受光素子 2 7 を実装し、光ファイバ 2 6 をつないだ状態を示す平面図である。光学素子設置部 2 4 a、2 4 b 内の素子実装用ベンチ 3 3 a、3 3 b には、下面電極をダイボンドすることにより、それぞれ受光素子 2 7 と投光素子 2 8 が実装されており、受光素子 2 7 はコア 1 9 c の端面に対向し、投光素子 2 8 はコア 1 9 b の端面に対向している。また、投光素子 2 8 及び受光素子 2 7 の上面電極はボンディングワイヤで回路基板などに接続される。なお、この状態では、素子実装用ベンチ 3 3 a と素子実装用ベンチ 3 3 b は金属薄膜 2 2 を通じて電氣的に導通しているが、素子実装用ベンチ 3 3 a、3 3 b 側がアース電極となっていれば問題ない。もし、素子実装用ベンチ 3 3 a と素子実装用ベンチ 3 3 b が導通していることが不都合であれば、素子実装用ベンチ 3 3 a と素子実装用ベンチ 3 3 b の間で金属薄膜 2 2 をダイシングブレードによりカットして電氣的に分離させればよい。光ファイバ 2 6 は、光ファイバガイド 2 3 a に納めて位置決めした状態で接着剤により固定されており、それによってコア 1 9 a の光軸と光ファイバ 2 6 の光軸が自動的に調芯されている。

## 【0025】

この光導波路装置14aにおいてフィルタ29は、投光素子28から出射される波長の光を透過し、光ファイバ26から出射される波長の光を反射する特性のものを用いている。しかして、投光素子28からコア19bに光（送信信号）を照射すると、光はコア19bの内部を伝搬し、フィルタ29を透過してコア19aの内部を伝搬し、光ファイバ26に入射して光ファイバ26内を送信される。また、光ファイバ26を伝搬してきた光（受信信号）は、コア19aに入射して、フィルタ29で反射し、コア19cを伝搬して受光素子27に受信される。このようにして光導波路装置14aは、光ファイバを通じてつながっている外部の他の装置と信号の送受信を行うことができる。

## 【0026】

上記のように本発明の光導波路装置14aは、信号の送受信を行うための光トランシーバーとして利用することができ、例えばインターネットに接続されたパーソナルコンピュータのように外部からの信号を受信し、また、外部に向けて信号を発振する装置の内部で用いられる。

## 【0027】

以下に、図6～図13を用いて本発明の光導波路装置14aの製造方法を説明する。まず、支持基板21の親基板であるシリコン基板（ウエハ）21aの表面をエッチングし、図6に示すように導波路固定領域30、光学素子設置部24a、24b、ファイバガイド23aを複数組形成する。図6のシリコン基板21aを用いれば一度に4個の光導波路装置14aを製造できるが、より大面積のシリコン基板21aを用いれば、光導波路装置14aの大量生産が可能になる。

## 【0028】

次に、図7に示すようにシリコン基板21aの表面のうち導波路固定領域30以外の領域にNiやAu等の金属を蒸着またはスパッタリングして金属薄膜22を形成する。さらに、光学素子設置部24a、24bにおいて、金属薄膜22の上にそれぞれ素子実装用ベンチ33a、33bを電極材料によって形成する。以下、金属薄膜22が形成されたシリコン基板21aをベース基板16aという。

## 【0029】

一方、上記のシリコン基板 21a と同面積以上のガラス基板 17a を用いて、図 8 に示す下部クラッド層 18、コア 19c, 19d からなる光導波路基板 15 を複製法（スタンパ法）で形成する。ガラス基板（ウエハ）17a は、光導波路装置 14a のカバーガラス 17 の親基板である。

#### 【0030】

ここで、紫外線硬化樹脂を用いた複製法（スタンパ法）について、図 9 を用いて簡単に説明する。図 9（a）（b）（c）（d）は、図 8 の A-A' 線断面に相当する面を示している。まず、図 9（a）に示すように、ガラス基板 17a 上に未硬化の紫外線硬化樹脂（下部クラッド樹脂）18a を滴下し、表面にコア 19c, 19d と同じ形状のパターンを有するスタンパ（型）34a で押圧してコア溝 35 を形成した後、紫外線を照射して樹脂 18a を硬化させ、図 9（b）に示すようにコア溝 35 を有する下部クラッド層 18 を成型する。

#### 【0031】

次に、下部クラッド層 18 に成型されたコア溝 35 の内部に下部クラッド層 18 よりも屈折率の大きな未硬化の紫外線硬化樹脂（コア樹脂）19e を注入して表面が平らになるよう、また、コア溝 35 から溢れ出た樹脂 19e によって下部クラッド層 18 表面に形成されるバリの厚みを薄くするためにスタンパ 34b で押圧し、紫外線を照射して樹脂 19e を硬化させて、コア溝 35 内に図 9（d）に示すようなコア 19c, 19d を形成する。

#### 【0032】

次に、図 10 に示すように、光導波路基板 15 表面に、未硬化の樹脂 20a を滴下し、樹脂 20a によって光導波路基板 15 とベース基板 16a とを接着する。なお、樹脂 20a は硬化すると上部クラッド層 20 となるために、下部クラッド層 18 と同じ紫外線硬化樹脂であるか、下部クラッド層 18 と同程度の屈折率を有する樹脂であることが望ましく、少なくともコア 19c, 19d よりも屈折率が小さくなくてはならない。

#### 【0033】

ベース基板 16a と光導波路基板 15 とを接着するときには、ファイバガイド 23a や光学素子設置部 24a, 24b とコア 19c, 19d を精密に位置合わせ

をしておく必要がある。そのためには、光導波路基板 1 5 とベース基板 1 6 a に設けたアライメントマークにより精度良く位置合せを行って光導波路基板 1 5 とベース基板 1 6 a を接着すればよい。大面積のベース基板 1 6 a と大面積の光導波路基板 1 5 とで位置合わせを行えば、個々の部品どうしを位置合わせするような煩雑さがなく、一度に複数のコアとファイバガイド等との位置合わせを精度良く行えるため効率的である。

## 【 0 0 3 4 】

次に、図 1 1 に示すようにベース基板 1 6 a を下に、光導波路基板 1 5 を上に置いて置き、導波路固定領域 3 0 の縁を通過するようにして光導波路基板 1 5 にダイシングブレードで切り込みを入れて分離溝 2 5 a , 2 5 b , 2 5 c を形成する。なお、この分離溝 2 5 a , 2 5 b , 2 5 c の切り込み工程により、同時にコア 1 9 c , 1 9 d の端面が形成される。分離溝 2 5 a ~ 2 5 c によって分割された光導波路基板 1 5 のうち、ベース基板 1 6 a の表面に金属薄膜 2 2 が形成されている領域（導波路固定領域 3 0 の外側の領域）では、金属薄膜 2 2 と上クラッド層 2 0 の界面での密着力が低いので、分割された光導波路基板 1 5 のうちから不要部分（導波路固定領域外に対応している領域）に力を加えると、この不要部分をベース基板 1 6 a から簡単に剥がすことができる。したがって、図 1 1 に斜線を施して示す、内部にコア 1 9 c , 1 9 d が形成されている領域のみを残し、ベース基板 1 6 a の光ファイバガイド 2 3 a や光学素子設置部 2 4 a , 2 4 b 内の素子実装用ベンチ 3 3 a , 3 3 b を露出させることができる。ベース基板 1 6 a 上に残っている光導波路基板 1 5 の外周面には、コア 1 9 c , 1 9 d の各端面が露出している。

## 【 0 0 3 5 】

なお、上記のように光導波路基板 1 5 をダイシングして分離溝 2 5 a , 2 5 b , 2 5 c を形成する際、図 1 1 に示すように、分離溝 2 5 a , 2 5 b , 2 5 c が金属薄膜 2 2 より深くなるようにダイシングして金属薄膜を分断すれば、光学素子設置部 2 4 a , 2 4 b どうし（つまり、素子実装用ベンチ 3 3 a , 3 3 b どうし）を電氣的に絶縁させることができる。

## 【 0 0 3 6 】

次に、図 1 1 の B - B' 線、C - C' 線に沿ってベース基板 1 6 a を切断し、図 1 2 に示すようなチップに分割する。その後、図 1 3 に示すように基板 1 7 及び下部クラッド層 1 8 にダイシングブレードで切り込みを入れ、フィルタ設置溝 3 1 を形成する。このとき、コア 1 9 d が分断されてコア 1 9 a , 1 9 b が形成される。最後に、フィルタ設置溝 3 1 のコア 1 9 a とコア 1 9 b 間となる部分に、多層反射膜を用いたフィルタ 2 9 をはめ込めば、図 3 に示す光導波路装置が完成する。なお、フィルタ 2 9 は基板 1 7 の上面から飛び出しているとしても良い。

## 【 0 0 3 7 】

本発明の光導波路装置の製造方法では、大面積の光導波路基板 1 5 と、大面積のベース基板 1 6 a を上クラッド層 2 0 で接着して、最終工程で光導波路装置 1 4 a の個別チップに分割するために、個々の光導波路基板 1 5 と、個々の支持基板とを貼り合わせるよりも効率よく光導波路装置を製造することができ、大量生産に適している。また、大面積のベース基板 1 6 a と大面積の光導波路基板 1 5 とで位置合わせを行うために、小さな部品どうしで位置合わせをするよりも精度よく位置合わせをすることができる。

## 【 0 0 3 8 】

また、このような光導波路装置では、最終的には光ファイバガイド 2 3 a や光学素子設置部 2 4 a , 2 4 b を露出させる必要があるが、本発明の光導波路装置の製造方法では、光導波路基板 1 5 の不要部分にあたる領域では、ベース基板 1 6 a 上に金属薄膜 2 2 を予め形成しておいて接着樹脂 2 0 a (上部クラッド層 2 0) の接着力を弱くしているので、光導波路基板 1 5 とベース基板 1 6 a の全面を接着していても、光導波路基板 1 5 の不要部分を簡単に除去することができ、製造工程をさらに簡略化することができる。

## 【 0 0 3 9 】

なお、上記実施形態では、導波路固定領域 3 0 は金属薄膜 2 2 から露出させているが、導波路固定領域 3 0 の表面にも金属薄膜 2 2 を成膜しておいてもよい。光導波路基板 1 5 の不要部分は力を加えることにより金属薄膜 2 2 から容易に除去できるが、コア 1 9 a , 1 9 b , 1 9 c 等の形成されている光導波路基板 1 5 では、力を加えて剥がさない限り、支持基板 2 1 と接合状態を保たれるので差し支

えない。

【 0 0 4 0 】

(第 2 の実施形態)

図 1 4 は、本発明の別な実施形態による光導波路装置 1 4 b の概略斜視図である。本発明の光導波路装置 1 4 b は、支持基板 2 1、素子実装用ベンチ 3 3 a、3 3 b、スペーサー 3 2、上部クラッド層 2 0、コア 1 9 a、1 9 b、1 9 c、フィルタ 2 9、下部クラッド層 1 8、カバーガラス 1 7 から構成されている。コア 1 9 a 及び 1 9 b は、一直線上に並んでおり、コア 1 9 c は両コア 1 9 a、1 9 b の光軸に対して 9 0 度の傾きを持つように配置されている。フィルタ 2 9 は特定の波長の光のみを透過し、特定の波長以外の波長の光は反射する特徴を有する光学素子であって、コア 1 9 a とコア 1 9 b を仕切るようにして、かつ、その光軸に対して 4 5 度の傾きを持たせて形成されたフィルタ設置溝 3 1 に挿入されている。

【 0 0 4 1 】

支持基板 2 1 の表面には、光ファイバガイド 2 3 a、光学素子設置部 2 4 a、2 4 b、及び、導波路固定領域 3 0 が掘り込まれている。V 溝状の光ファイバガイド 2 3 a は、光ファイバを乗せるとコア 1 9 a の光軸と光ファイバの光軸が自動的に調芯されるように設計されている。凹状に形成された光学素子設置部 2 4 a、2 4 b の内部に設けられている素子実装用ベンチ 3 3 a、3 3 b には、コア 1 9 b、1 9 c に接続する投光素子や受光素子を設置して、外部の電源と接続する。

【 0 0 4 2 】

本発明の光導波路装置の製造方法は、第 1 の実施形態で説明した光導波路装置と製造工程の大部分が同じであるため、以下には第 1 の実施形態と異なる工程になる部分を中心に説明する。

【 0 0 4 3 】

まず、図 1 5 に示すように導波路固定領域 3 0、光学素子設置部 2 4 a、2 4 b、光ファイバガイド 2 3 a をエッチングで形成したシリコン基板 2 1 b に、金属を堆積させてスペーサー 3 2 と素子実装用ベンチ 3 3 a、3 3 b を形成し、こ



れをベース基板 1 6 b とする。光導波路基板 1 5 は、図 8 に示したように、ガラス基板 1 7 a と下部クラッド層 1 8、コア 1 9 c、1 9 d からなり、第 1 の実施形態で説明したようにして複製法（スタンパ法）で形成されている。このベース基板 1 6 b と光導波路基板 1 5 とを、上部クラッド層 2 0 となる未硬化の紫外線硬化樹脂 2 0 a で接着する際、以下に説明するようにして、光導波路基板 1 5 の不要部分にあたる領域では当該樹脂 2 0 a を未硬化のまま残し、残りの領域でのみ紫外線硬化樹脂 2 0 a を硬化させる。

## 【 0 0 4 4 】

図 1 6 ( a ) ( b ) は、図 1 4 に示す光導波路装置 1 4 b の D - D ' 線断面に相当する面を示している。ベース基板 1 6 b と光導波路基板 1 5 a を紫外線硬化樹脂 2 0 a で接着するとき、図 1 6 ( a ) に示すように、光学素子設置部 2 4 a、2 4 b 上や光ファイバガイド 2 3 a 上など上部クラッド層 2 0 が不要な部分を紫外線を透過しないマスク 3 6 a で覆っておけば、紫外線を照射したときに、必要な部分の上部クラッド層 2 0 のみを硬化させることができる。

## 【 0 0 4 5 】

次に、第 1 の実施形態で説明した製造工程と同じように、不要なガラス基板 1 7 a、下部クラッド層 1 8 をダイシングブレードで削り取り、同時にコア 1 9 c、1 9 d の端面を形成する。このときに、スペーサー 3 2 や支持基板 2 1 の一部を削りとってもかまわないが、必ずしも削り取る必要はない。

## 【 0 0 4 6 】

ダイシングブレードの動作中には摩擦熱が発生するために、ダイシングブレードには冷却水をかけて冷却するが、この冷却水によって未硬化の樹脂が洗い流されるため、下クラッド層 2 0 や支持基板 2 1 のうち切断された不要部分は簡単に除去できる。また、ダイシングブレードの冷却水だけでは未硬化の樹脂を完全に洗い流せなかった場合には、溶剤を用いて完全に除去すればよい。この後、ダイシングブレードで個別の導波路チップに分断し、コア 1 9 d をコア 1 9 a とコア 1 9 b に分断するようなフィルタ溝 3 1 を形成してフィルタ 2 9 を設置すれば、図 1 6 ( b ) に示す光導波路装置 1 4 b が完成する。

## 【 0 0 4 7 】

光導波路装置には必要のない部分であっても、大量生産や製造工程の簡略化を図るために、光導波路装置の製造工程中でいったん光導波路基板 1 5 とベース基板 1 6 a が全面的に接着されてしまう。本発明の光導波路装置の製造方法では、紫外線硬化樹脂のように特定の条件を与えなければ硬化しない樹脂で上部クラッド層を形成し、不要になる部分を未硬化のまま残して、不要な部分を簡単に除去できるようにしている。

## 【 0 0 4 8 】

また、本発明の光導波路装置の製造方法においては、ダイシングブレードでコアの端面を形成する工程で未硬化のまま残っている樹脂が洗い流されて、不要部分が除去されるために、不要な部分を除去するための工程を別に設ける必要が無く、製造工程を簡略化することができる。

## 【 0 0 4 9 】

また、本発明の光導波路装置のベース基板 1 6 a にはスペーサー 3 2 が備わっているもので、スペーサー 3 2 によって上部クラッド層 2 0 の厚みを均一にすることができる。例えば、上部クラッド層 2 0 を形成するために滴下する樹脂 2 0 a の量や樹脂 2 0 a の粘度にバラツキがあっても、図 1 6 ( b ) に示すようにスペーサー 3 2 の上面の高さよりも下にコアが押し込まれることがないので、コア 1 9 a ~ 1 9 c の設置される高さにバラツキが生じにくくなり、コアに接続する光学素子や光ファイバとの光軸調整がより高い精度で行える。

## 【 0 0 5 0 】

## (第 3 の実施形態)

図 1 7 は、本発明のさらに別の実施形態による光導波路装置 1 4 c の概略斜視図である。本発明の光導波路装置 1 4 c は、支持基板 2 1 と、支持基板 2 1 の表面から裏面に貫通するスルーホール 3 7 の内部に形成された引き出し電極 3 8 と、引き出し電極 3 8 を覆う素子実装用ベンチ 3 3 a , 3 3 b 、下部クラッド層 1 8 、下部クラッド層の内部に形成されたコア 1 9 a ~ 1 9 c 及びフィルタ 2 9 、上部クラッド層 2 0 、及び、カバーガラス 1 7 から構成されている。支持基板 2 1 の表面の凹溝 2 3 d の内部には、光ファイバを設置する V 溝状のファイバガイド 2 3 a が形成されている。

## 【 0 0 5 1 】

本実施形態の光導波路装置 1 4 c の製造方法を以下に簡単に説明する。まず、図 1 8 ( a ) に示すようにガラス基板である支持基板 2 1 に凹溝 2 3 d と、スルーホール 3 7 をエッチング等で形成する。次に、図 1 8 ( b ) に示すように、スルーホール 3 7 の内部を導電性の高い物質で埋めるか、又はスルーホール 3 7 の内部に金属膜を形成して引き出し電極 3 8 を形成し、引き出し電極 3 8 を覆うように素子実装用ベンチ 3 3 a , 3 3 b を形成する。素子実装用ベンチ 3 3 a , 3 3 b は、金属の蒸着等で形成すると良い。

## 【 0 0 5 2 】

次に、図 1 8 ( c ) に示すように、支持基板 2 1 の素子実装用ベンチ 3 3 a , 3 3 b を形成した面と反対側の面のうち、支持基板 2 1 上に下部クラッド層 1 8 、及び光ファイバガイド 2 3 a を形成しない領域を、紫外線を透過しないマスク 3 6 a で覆う。次に、支持基板 2 1 上に下部クラッド層 1 8 及び光ファイバガイド 2 3 a を形成するための紫外線硬化樹脂 1 8 a を滴下してコア 1 9 c , 1 9 d 及び光ファイバガイド 2 3 a と同じパターンを有するスタンプ 3 4 a で押圧し、紫外線を照射して樹脂 1 8 a を硬化させ、コア溝 3 5 を備えた下部クラッド層 1 8 及び光ファイバガイド 2 3 a を形成する。このとき、マスク 3 6 a で覆われている部分の紫外線硬化樹脂は未硬化のまま残る。上記のように光ファイバガイド 2 3 a とコア溝 3 5 とを同時成型すれば、コアとコアに接続する光ファイバの光軸調整がより正確に行えるようになる。

## 【 0 0 5 3 】

次に、光ファイバガイド 2 3 a が形成された部分を覆うようなマスク 3 6 b をマスク 3 6 a に重ね、図 1 9 ( a ) ( b ) に示すように下部クラッド層 1 8 を形成した紫外線硬化樹脂 1 8 a よりも屈折率の高い紫外線硬化樹脂を 1 9 e をコア溝 3 5 に注入して、平板 3 4 b で押圧し、紫外線を照射して、コア 1 9 c , 1 9 d を形成する。このときに形成されるコア 1 9 c , 1 9 d は、第 1 の実施形態で説明し、図 8 で示したように垂直に交わるようなコアである。このときも、マスクで 3 6 a , 3 6 b 覆われた部分の紫外線硬化樹脂は未硬化のまま残る。

## 【 0 0 5 4 】

次に、図 1 9 (c) に示すように、コア 1 9 c, 1 9 d 及び下部クラッド層 1 8 に下部クラッド層 1 8 と同じ種類の未硬化の紫外線硬化樹脂 2 0 a を滴下して図 2 0 (a) に示すようにカバーガラス 1 7 で押圧し、紫外線を照射する。このときに、ガラス板 2 1 や素子実装用ベンチ 3 3 a, 3 3 b、光ファイバガイド 2 3 a の表面にも樹脂 2 0 a が流れ落ちる恐れがあるが、これらの領域はマスク 3 6 a, 3 6 b で覆われているために、樹脂 2 0 a が硬化する恐れはない。次に、ダイシングブレードで不要なガラス板 1 7 を削り落とし、同時にコア 1 9 c, 1 9 d の端面を形成すれば、未硬化の樹脂 2 0 a はダイシングブレードの冷却水で洗い流され、図 1 9 (b) に示すように不要な部分を除去することができる。また、ダイシングブレードの冷却水で樹脂を完全に洗い流すことができなかった場合には、さらに溶剤を用いて樹脂を完全に除去すれば良い。

## 【 0 0 5 5 】

この後、ダイシングブレードで導波路チップに分断し、個々のチップ毎にダイシングブレードでガラス板 1 7、上部クラッド層 2 0、及び下部クラッド層 1 8 に切り込みを入れてコア 1 9 d をコア 1 9 a とコア 1 9 b に分断するようなフィルタ設置溝 3 1 を形成する。最後にフィルタ設置溝 3 1 のコア 1 9 a とコア 1 9 b の間にフィルタ 2 9 を設置すれば、光導波路装置 1 4 c が完成する。

## 【 0 0 5 6 】

光導波路装置には必要のない部分であっても、大量生産や製造工程の簡略化を図るために、光導波路装置の製造工程中でいったん形成されてしまう部分がある。本発明の光導波路装置の製造方法では、紫外線硬化樹脂のように特定の条件を与えなければ硬化しない樹脂で上部クラッド層を形成し、必要な部分と最終的に不要になる部分の境界部分を未硬化のまま残して、不要な部分を簡単に除去できるようにしている。

## 【 0 0 5 7 】

また、本発明の光導波路装置の製造方法においては、ダイシングブレードでコアの端面を形成する工程で未硬化のまま残っている樹脂が洗い流されて、不要部分が除去されるために、不要な部分を除去するための工程を別に設ける必要が無く、製造工程を簡略化することができる。

## 【 0 0 5 8 】

## (第 4 の実施形態)

図 2 1 は、本発明のさらに別の実施形態による光導波路装置 1 4 d の概略分解斜視図である。光導波路装置 1 4 d は、支持基板 2 1、下部クラッド層 1 8、コア 1 9 f、上部クラッド層 2 0、カバーガラス 1 7 から構成されている。ガラスよりなる支持基板 2 1 の表面には、コア 1 9 f の端面に接続する光ファイバを自動的に光軸調整して設置する光ファイバガイド 2 3 a ~ 2 3 c が形成されている。支持基板 2 1 をシリコン基板にする場合には、光ファイバガイド 2 3 a ~ 2 3 c はエッチング等で形成すると良い。また、支持基板 2 1 は透明樹脂を射出成型、スタンバ法、注型等で成型したものであっても良い。

## 【 0 0 5 9 】

本発明の光導波路装置 1 4 d は、第 3 の実施形態で示した光導波路装置の製造方法と同じ製造方法で製造することができ、図 2 2 に示すように下部クラッド層 1 8、コア 1 9 f、上部クラッド層 2 0 を形成する領域にのみ紫外線が照射されるようなマスク 3 6 a で支持基板 2 1 の下面を覆っておくと良い。

## 【 0 0 6 0 】

光導波路装置には必要のない部品部分であっても、大量生産や製造工程の簡略化を図るために、光導波路装置の製造工程中でいったん形成されてしまう部分がある。本発明の光導波路装置の製造方法では、紫外線硬化樹脂のように特定の条件を与えなければ硬化しない樹脂で上部クラッド層を形成し、必要な部分と最終的に不要になる部分の境界部分を未硬化のまま残して、不要部分を簡単に除去できるようにしている。

## 【 0 0 6 1 】

## (第 5 の実施形態)

図 2 3、図 2 4、図 2 5 は、本発明のさらに別の実施形態による光導波路装置 1 4 e (光減衰器) の概略斜視図、概略分解斜視図、及び概略平面図である。本発明の光導波路装置 1 4 e は、ベースガラス 3 9、ヒーター 4 0 a、4 0 b、電極取り出しパッド 4 1 a、4 1 b、上部クラッド層 2 0、コア 1 9 g、1 9 h、1 9 i、1 9 j、1 9 k、下部クラッド層 1 8、カバーガラス 1 7 から構成されてい

る。

【0062】

本発明の光導波路装置14eのコア19g~19kは、光入射端では一本のコア19gであるが、途中で2本のコア19h,19iに分岐し、さらに合流して一本のコア19jになっている。ヒーター40a,40bは、コア19i,19h下方のベースガラス39の表面に設置されており、ヒーター40aでコア19iを加熱し、ヒーター40bでコア19hを加熱することができる。

【0063】

ヒーター40a又は40bの一方に通電して一方のコア19i又はコア19hを加熱すると、加熱されたコア19i又はコア19hの屈折率が小さくなり、そのコア19i又はコア19h内を通過する光の光路長が変化するので、コア19iを通過した光とコア19hを通過した光の位相が変化する。しかして、2本の分岐コアの合流部では、位相の異なる2つの光が干渉し、その位相差に応じてコア19kから出力される光のパワーが変化する。よって、ヒーター40a又はヒーター40bに通電する電流値を制御してヒーター40a又はヒーター40bの発熱量を変化させることにより、出力される光の減衰量をコントロールすることができる。特に、モニター用のコア19jに対向させてモニター用の受光素子を設置しておき、この受光素子で受光量をモニターしながらヒーター40a及び40bに通電させる電流量をフィードバック制御することにより、コア19kから出力される光のパワーが一定になるようにオートパワーコントロールを行わせることができる。

【0064】

コア19jとコア19kとの最近接部では、コア19jとコア19kとが、波長の数倍程度の間隔で平行に形成されている。この程度に近接したコア間では、コア19jを伝搬する光のパワーをコア19kに移行させることができ、また、平行な部分を適度な長さにするることによつては、移行する光の割合を調整することができる。本実施形態の光導波路装置では、分岐コアの合流部から出てきた光のうち、95%の光をコア19kに移行し、残りの5%の光をコア19jの光出射端から出射させる。コア19kは光ファイバや受光素子に接続するため、コア

1 9 k から出射される光を直接調べることはできないが、コア 1 9 j から出射された光をモニターすることによって、間接的にコア 1 9 k から出射される光の強度を見ることができる。

## 【 0 0 6 5 】

次に、本発明の光導波路装置 1 4 e の製造方法を説明する。まず、図 2 6 ( a ) に示すように、ガラス基板であるベースガラス 3 9 の表面に熱伝導性の高いチタン ( T i ) を蒸着又はスパッタリングして、チタン薄膜 4 0 c を形成し、チタン薄膜 4 0 a の上にアルミニウム ( A l ) を蒸着してアルミニウム薄膜 4 1 c を形成する。

## 【 0 0 6 6 】

次に、図 2 6 ( b ) に示すようにアルミニウム薄膜 4 1 c の一部をエッチングして電極取り出しパッド 4 1 a , 4 1 b を成形し、さらに、図 2 6 ( c ) に示すように露出したチタン薄膜 4 0 a の一部をエッチングしてヒーター 4 0 a , 4 0 b を成形する。

## 【 0 0 6 7 】

次に、図 2 6 ( d ) に示すように、第 1 の実施形態で説明した、樹脂を用いた複製法でカバーガラス 1 7 上に下部クラッド層 1 8 およびコア 1 9 g ~ 1 9 k を形成した光導波路基板 1 5 の下部クラッド層 1 8 の表面に、下部クラッドと同じか、同程度の屈折率を有する未硬化の紫外線硬化樹脂 2 0 a を滴下して、素子実装用ベンチ 4 1 a , 4 1 b とヒーター 4 0 a , 4 0 b が形成されたベースガラス 3 9 を接着する。

## 【 0 0 6 8 】

このときに、図 2 7 ( a ) に示すように、上部クラッド層 2 0 を形成する必要のない部分を、ベースガラス 3 9 の表面からマスク 3 6 a で覆っておき、ベースガラス 3 9 の上方から紫外線を照射して紫外線硬化樹脂 2 0 a を硬化させて上部クラッド層 2 0 を形成する。

## 【 0 0 6 9 】

次に、ベースガラス 3 9 が下に、カバーガラス 1 7 が上になるように上下を逆さまにして、不要なカバーガラス 1 7 および下部クラッド層 1 8 をダイシングブ

レードで切り落とし、電極取り出しパッド 4 1 a, 4 1 b を露出させれば、図 2 7 (b) に示す光導波路装置 1 4 d が完成する。切り落とされたベースガラス 3 9 や下部クラッド層 1 8、および未硬化のまま残っていた樹脂 2 0 a は、ダイシングブレードの冷却水によって洗い流される。またダイシングブレードの冷却水で未硬化の樹脂 2 0 a を完全に洗い流せなかったときには、さらに溶剤を用いて洗い流すとよい。

## 【 0 0 7 0 】

## (第 6 の実施形態)

図 2 8 は、本発明にかかる光減衰器 1 2 9、1 3 3 (例えば図 2 3、図 2 4 に示したような光導波路装置) を用いた光合分波を行う装置を示す概略図である。分波器 1 2 7 及び合波器 1 2 8 は、波長の異なる複数の光信号を一本の光ファイバで伝送する波長多重 (WDM) 方式の光通信システムで用いられる装置である。合波器 1 2 7 は、一本の光ファイバ 1 3 1 によって伝送された光信号を波長毎に分波して、波長毎に異なる光ファイバに出力する装置である。また、合波器 1 2 8 は、複数の光ファイバによって入力された波長の異なる光信号を合波して、一本の光ファイバ 1 3 2 に出力する装置である。なお、光スイッチとして本発明にかかる光導波路装置 1 1 0 e を用いても差し支えない。

## 【 0 0 7 1 】

光導波路装置 1 1 0 e (2 × 2 光スイッチ) は、コア内を伝搬する光の進行方向を切り換えて、選択した特定のコアからのみ光を出射できる光導波路装置である。また、光減衰器 (VOA) 1 2 9, 1 3 3 は、第 5 の実施形態に示したものである。各光導波路装置 1 1 0 e には、光入射端が 2 箇所設けられていて、一方は光ファイバ 1 3 0 a によって分波器 1 2 7 に接続されており、分波器 1 2 7 で分波された波長  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N$  の光が入力されるようになっている。他方は分波器 1 2 7 に接続されていない光ファイバ 1 3 0 b によって伝送された光信号の入射端である。光ファイバ 1 3 0 b は分波器 1 2 7 以外の他の分波器に接続されていてもよい。

## 【 0 0 7 2 】

また、光導波路装置 1 1 0 e には、光出射端が 2 箇所設けられていて、一方の



光出射端は光ファイバ 1 3 0 c によって光減衰器 (VOA) 1 2 9 を介して合波器 1 2 8 に接続されており、他方の光出射端は分波器 1 2 7 に接続されていない光ファイバ 1 3 0 d に接続されている。光ファイバ 1 3 0 d は合波器 1 2 8 以外の他の合波器に接続されていてもよい。

## 【 0 0 7 3 】

しかして、この光合波分波器を用いた光通信システムにおいては、光ファイバ 1 3 1 及び光ファイバ 1 3 2 は例えば都市内ネットワークや都市間ネットワークにおける中継系ネットワーク回線を構成しており、波長多重信号を伝送している。いま、すべての光スイッチ 1 1 0 e が合波器 1 2 8 側に接続しているとすると、光ファイバ 1 3 1 からなる中継系ネットワーク回線を伝送されてきた波長多重信号は、分波器 1 2 7 により各波長  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ , ...,  $\lambda_N$  の信号に分波された後、各光スイッチ 1 1 0 e を合波器側へ通過し、光減衰器 1 2 9 によって各波長の信号のパワーを均一に揃えられた後、各波長  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ , ...,  $\lambda_N$  の信号は再び合波器 1 2 8 で合波され、さらに光減衰器 1 3 3 により波長多重信号全体のパワーが規定値となるように調整されて光ファイバ 1 3 2 からなる中継系ネットワーク回線へ送り出される。

## 【 0 0 7 4 】

これに対し、例えば波長  $\lambda_1$  に対応する光スイッチ 1 1 0 e が合波器側と異なる側へ切り換えられると、分波器 1 2 7 で分波された信号のうち波長  $\lambda_1$  の信号だけが光ファイバ 1 3 0 d からなるアクセスネットワーク回線へ取り出される。また、光ファイバ 1 3 0 b からなるアクセスネットワーク回線から波長  $\lambda_1$  の信号が送り込まれていると、この他線からの波長  $\lambda_1$  の信号は光スイッチ 1 1 0 e によって合波器 1 2 8 へ送られ、光ファイバ 1 3 1 から送られてきた波長多重信号に重畳させて光ファイバ 1 3 2 からなる中継系ネットワーク回線へ送り出される。

## 【 0 0 7 5 】

光ネットワークシステムにおいては、各家庭内などのユーザーネットワークと中継系ネットワークとをアクセスネットワーク (加入者光ファイバ) で結ぶ必要があるが、アクセスネットワークとユーザーネットワークとの間には光/電気変

換を行うための回線終端装置 (Optical Network Unit) が必要とされる。また、アクセスネットワークと中継系ネットワークとの間の交換局 (電話事業者の設備センタ) では、光/電気変換を行うための回線終局装置 (Optical Line Terminal) が必要とされる。

#### 【 0 0 7 6 】

図 2 9 は上記回線終端装置の構成を示すブロック図である。1 3 6 はアクセスネットワークを構成する光ファイバであって、波長 1 5 5 0 n m の光信号と波長 1 3 1 0 n m の光信号を伝送する。光ファイバ 1 6 の端面に対向する位置には、WDM 1 3 7 が設けられており、WDM 1 3 7 は光ファイバ 1 3 6 から伝送されてきた波長 1 5 5 0 n m の光信号を出力部から出力し、入力部から入力された波長 1 3 1 0 n m の光信号を光ファイバ 1 3 6 に結合させる。

#### 【 0 0 7 7 】

WDM 1 3 7 の出力部から出力された波長 1 5 5 0 n m の光信号は光/電気変換モジュール (PIN-AMPモジュール) 1 3 8 に入力される。光/電気変換モジュール 1 3 8 は、受光素子 (フォトダイオード) 1 3 9 とプリアンプ 1 4 0 からなり、入力した光信号を受光素子 1 3 9 で受光することによって電気信号に変換し、プリアンプ 1 4 0 で増幅した後、データ処理回路 1 4 1 に入力させる。ついで、データ処理回路 1 4 1 で処理された電気信号は、回線終端装置に接続されている電話や家庭用機器のコントローラなどに送られる。

#### 【 0 0 7 8 】

一方、WDM 1 3 7 の入力部につながっている電気/光変換モジュール 1 4 2 は、発光素子 (LD) 1 4 3 とモニター用受光素子 1 4 4 からなり、発光素子 1 4 3 は波長 1 3 1 0 n m の光を出射するものであって、発光素子駆動回路 1 4 5 によって駆動される。また、発光素子 1 4 3 から出射される光信号をモニター用受光素子 1 4 4 で受光することにより、発光素子 1 4 3 から出射される光信号のパワーが一定になるように出力をコントロールしている。しかして、電話や家庭用機器から送出された電気信号は、発光素子駆動回路 1 4 5 へ送られ、発光素子駆動回路 1 4 5 に入力された電気信号によって発光素子 1 4 3 を駆動することにより電気信号を光信号に変換し、WDM 1 3 7 を通して光ファイバ 1 3 6 へ送信

する。

【0079】

このような回線終端装置においては、本発明にかかる光導波路装置を用いることにより回線終端装置を小型化することができる。例えば、図3以下に説明したような光導波路装置（光トランシーバ）14aにおけるフィルタ29とコア19a, 19b, 19cを上記WDM137として用い、光導波路装置14aに実装された受光素子27を上記光／電気変換モジュール138の受光素子139として用い、光導波路装置14aに実装された投光素子28を上記電気／光変換モジュール142の発光素子143として用いればよい。また、光導波路装置14aの支持基板21の上に上記プリアンプ140、データ処理回路141、モニター用受光素子144、発光素子駆動回路145等を実装することにより回線終端装置をワンチップ化することも可能になる。

【0080】

なお、ここでは回線終端装置（ONU）の場合について説明したが、回線終局装置（OLT）にも、同様に本発明の光導波路装置を用いることができる。

【0081】

【発明の効果】

本発明の光導波路装置の製造方法によれば、光導波路装置を大量生産する際に生じる不要な部分を簡単に除去することができ、また、不要な部分の除去には特別の工程を設ける必要がないため、製造工程を簡略化することができ、光導波路装置の製造にかかる時間を短縮し、製造コストを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

従来の光導波路装置の概略斜視図を示している。

【図2】

図1に示す光導波路装置の概略分解斜視図である。

【図3】

本発明の一実施形態による光導波路装置の概略斜視図である。

【図4】

図 3 に示す光導波路装置の概略分解図である。

【図 5】

図 3 の光導波路装置の使用態様を示す概略平面図である。

【図 6】

図 6 ～図 1 3 は、本発明の光導波路装置の製造方法を説明する図である。

【図 7】

図 6 の続図である。

【図 8】

図 7 の続図である。

【図 9】

(a) (b) (c) (d) は、図 8 の A - A' 断面に沿って、コアを製造するまでの工程を説明するための図である。

【図 1 0】

図 8 の続図である。

【図 1 1】

図 1 0 の続図である。

【図 1 2】

図 1 1 の続図である。

【図 1 3】

図 1 2 の続図である。

【図 1 4】

本発明のさらに別の実施形態による光導波路装置の概略斜視図である。

【図 1 5】

図 1 4 に示す光導波路装置を製造するために用いる支持基板の概略斜視図である。

【図 1 6】

(a) は、図 1 4 に示す光導波路装置の製造方法を説明する図であって図 1 4 の D - D' 断面に相当する面を示している。(b) は図 1 4 の D - D' 断面図である。

【図 1 7】

本発明のさらに別の実施形態による光導波路装置の概略斜視図である。

【図 1 8】

(a) (b) (c) は、図 1 7 に示す光導波路装置の製造工程を説明する図である。

【図 1 9】

(a) (b) (c) は、図 1 8 の続図である。

【図 2 0】

(a) (b) は図 1 9 の続図である。

【図 2 1】

本発明のさらに別の実施形態による光導波路装置の概略分解斜視図である。

【図 2 2】

図 2 1 に示す光導波路装置の製造方法を説明する図である。

【図 2 3】

本発明のさらに別の実施形態による光導波路装置の概略斜視図である。

【図 2 4】

図 2 3 に示す光導波路装置の概略分解図である。

【図 2 5】

図 2 3 に示す光導波路装置の概略平面図である。

【図 2 6】

(a) (b) (c) (d) は、図 2 3 に示す光導波路装置の製造工程を説明する図である。

【図 2 7】

(a) (b) は、2 6 の続図である。

【図 2 8】

本発明にかかる光導波路装置を用いた光通信用装置を説明する図である。

【図 2 9】

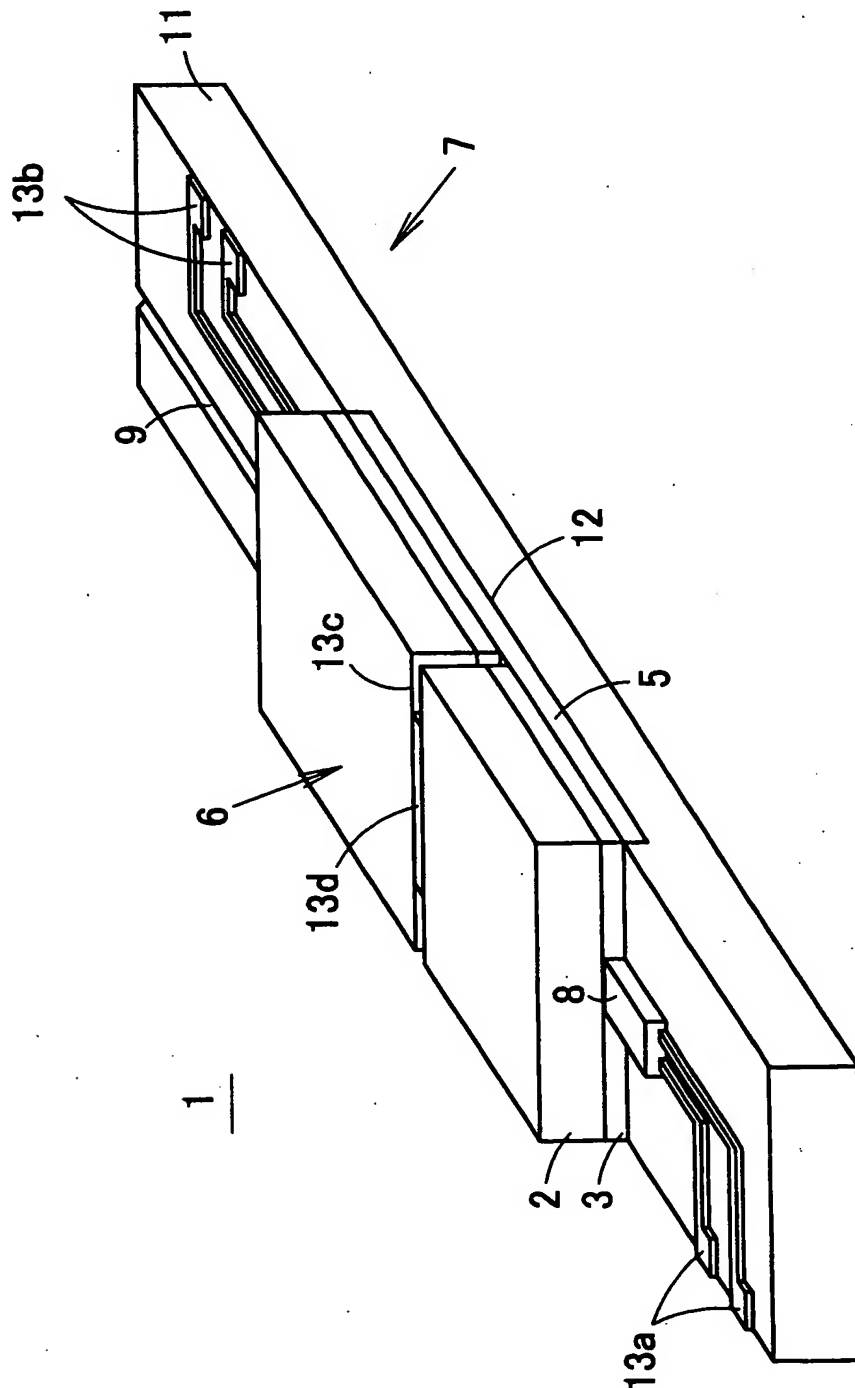
回線終端装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

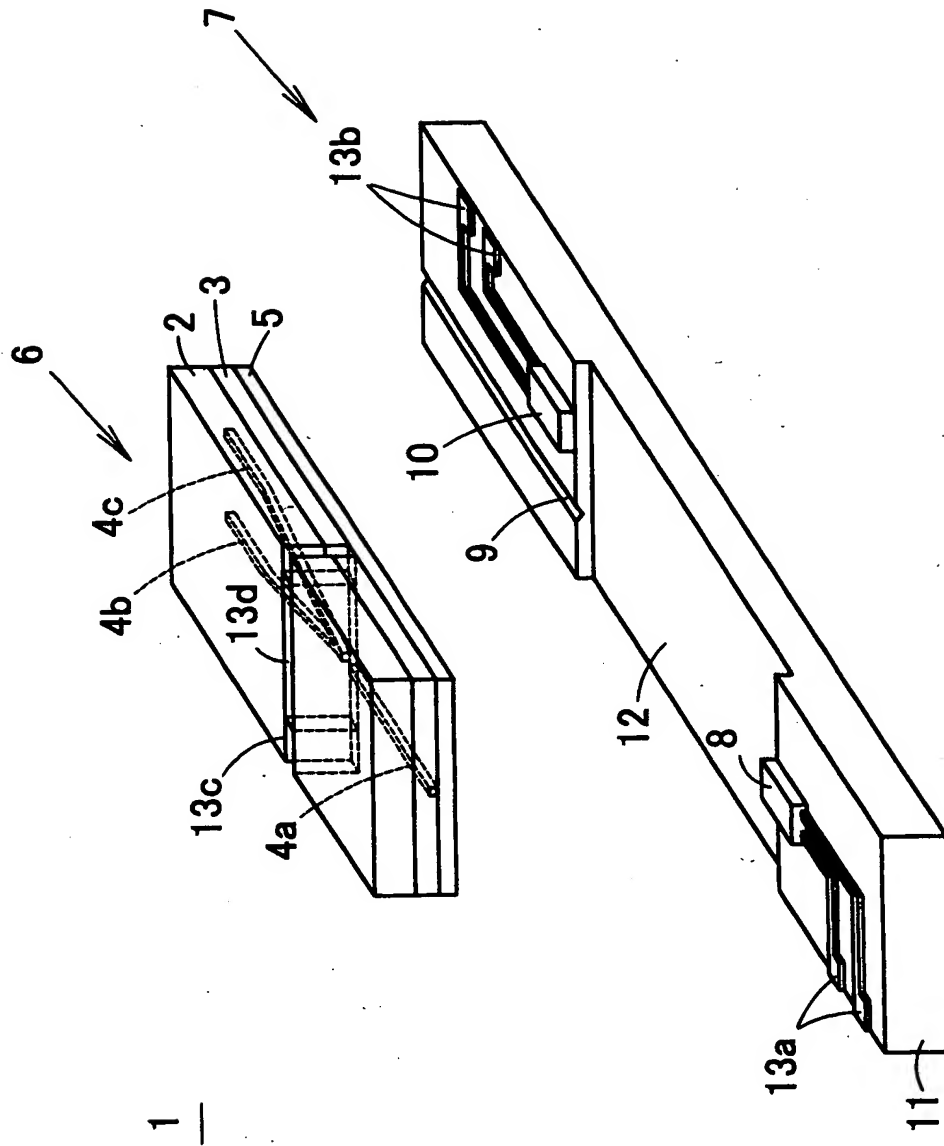
- 1 4 a ~ 1 4 e 光導波路装置
- 1 5 a ~ 1 5 c 分離溝
- 1 7 カバーガラス
- 1 8 下部クラッド層
- 1 9 a ~ 1 9 c コア
- 2 0 上部クラッド層
- 2 1 支持基板
- 2 2 金属薄膜
- 2 3 a ~ 2 3 c 光ファイバガイド
- 2 4 a , 2 4 b 光学素子設置部
- 2 9 フィルタ
- 3 0 導波路固定領域

【書類名】 図面

【図 1】

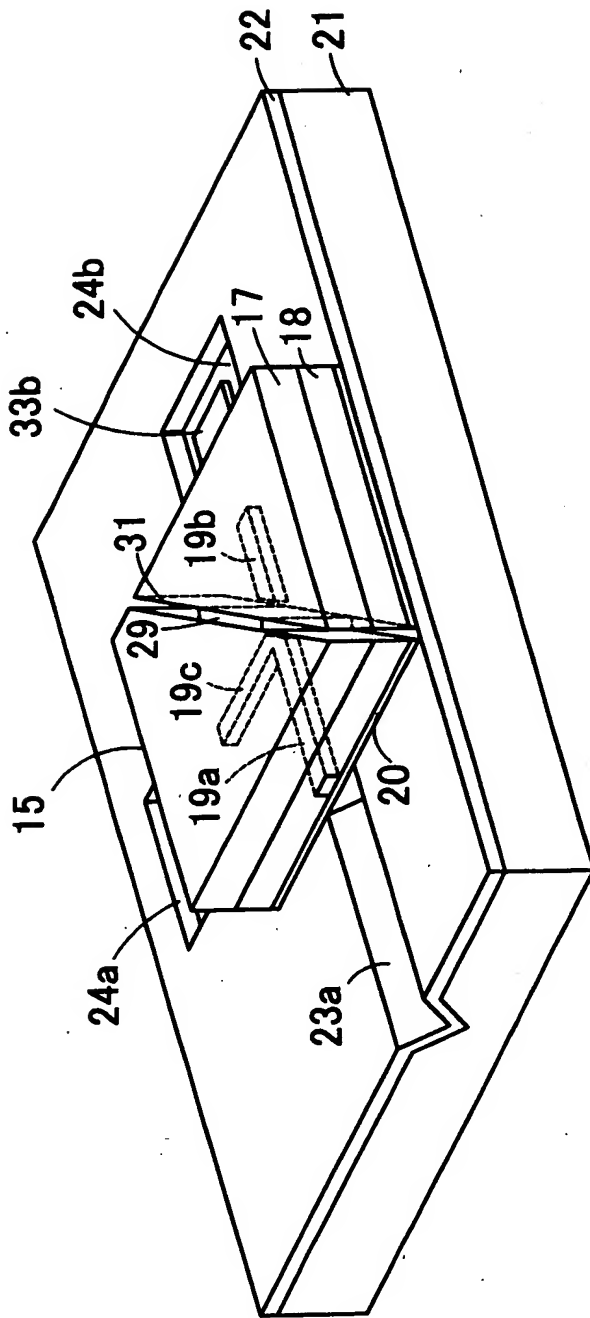


【図 2】



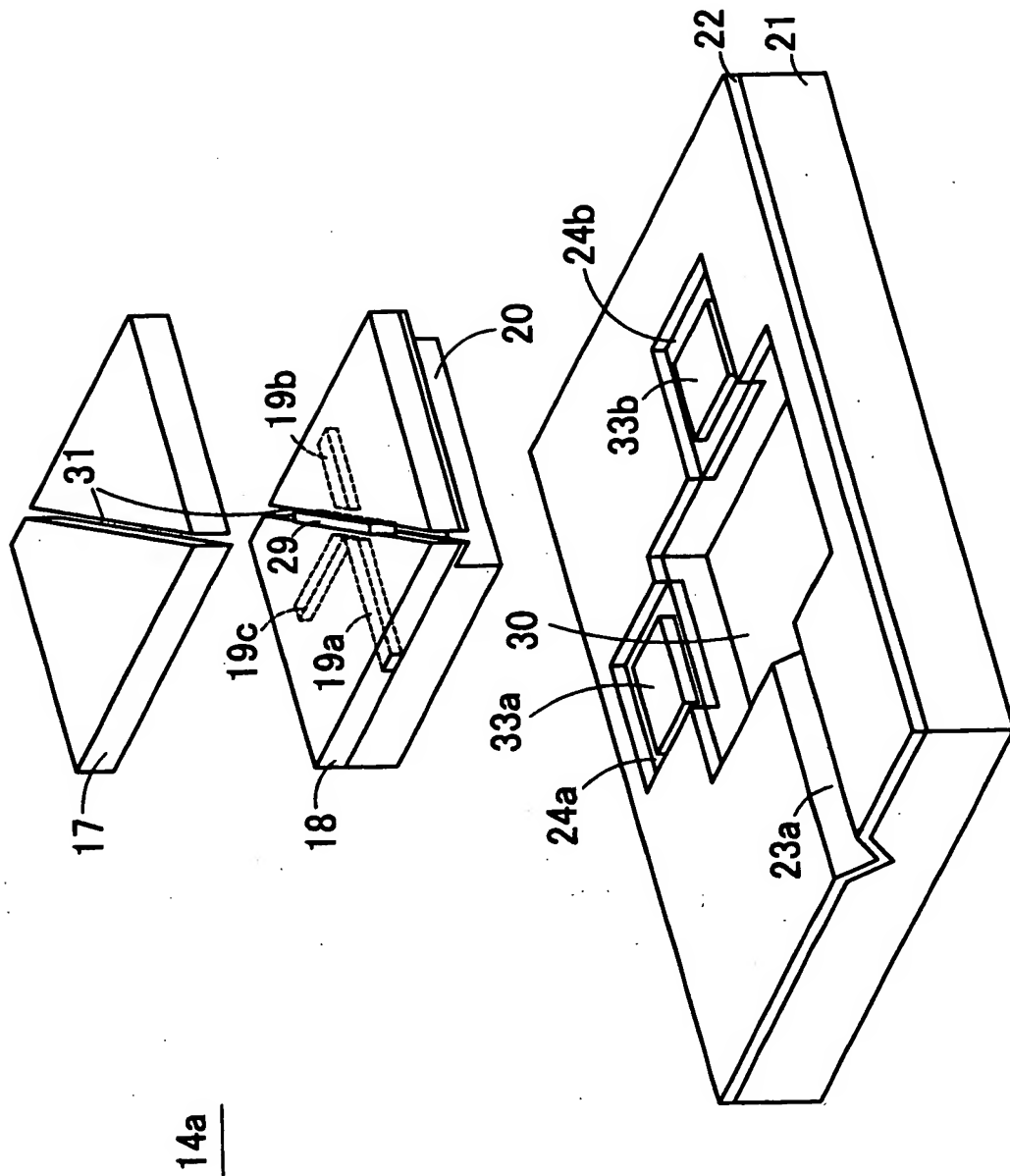


【図 3】



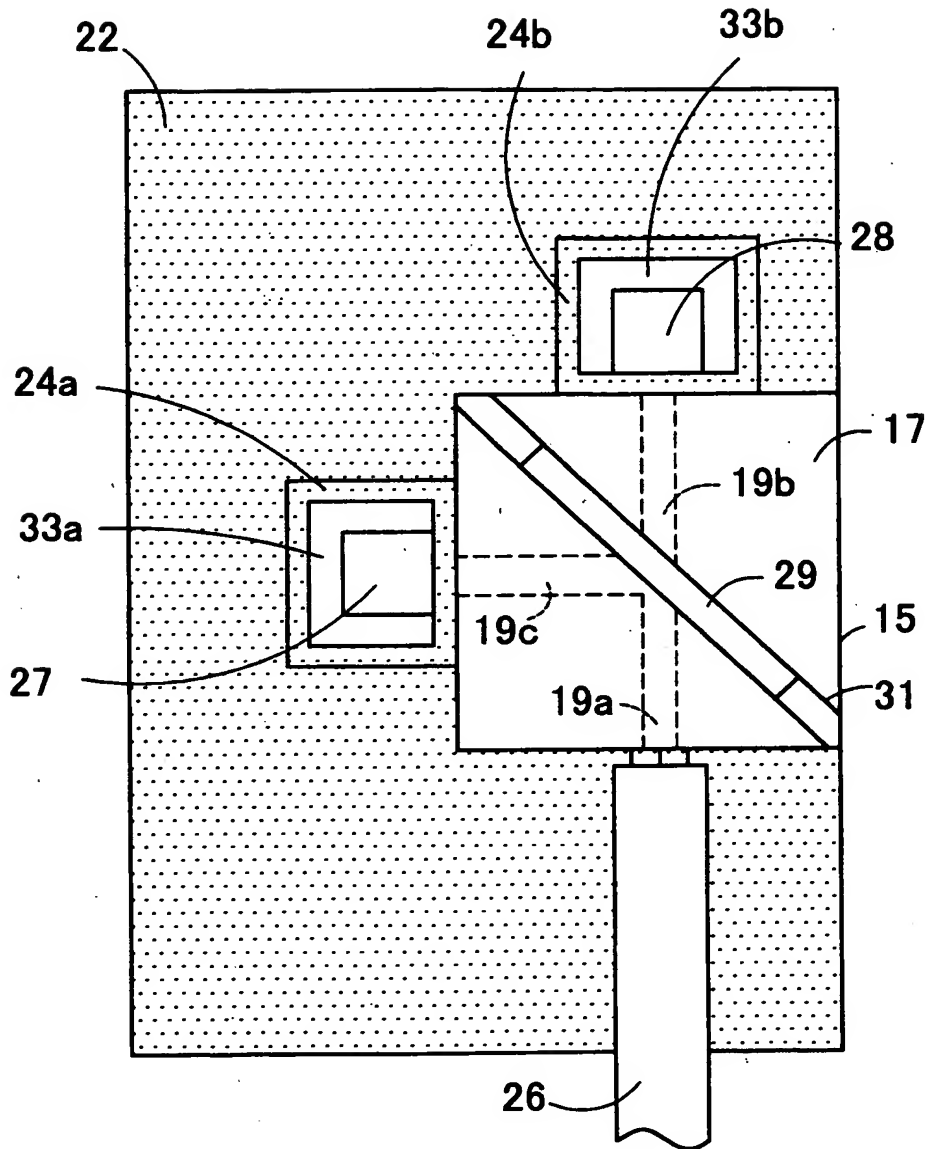
14a

【図 4】

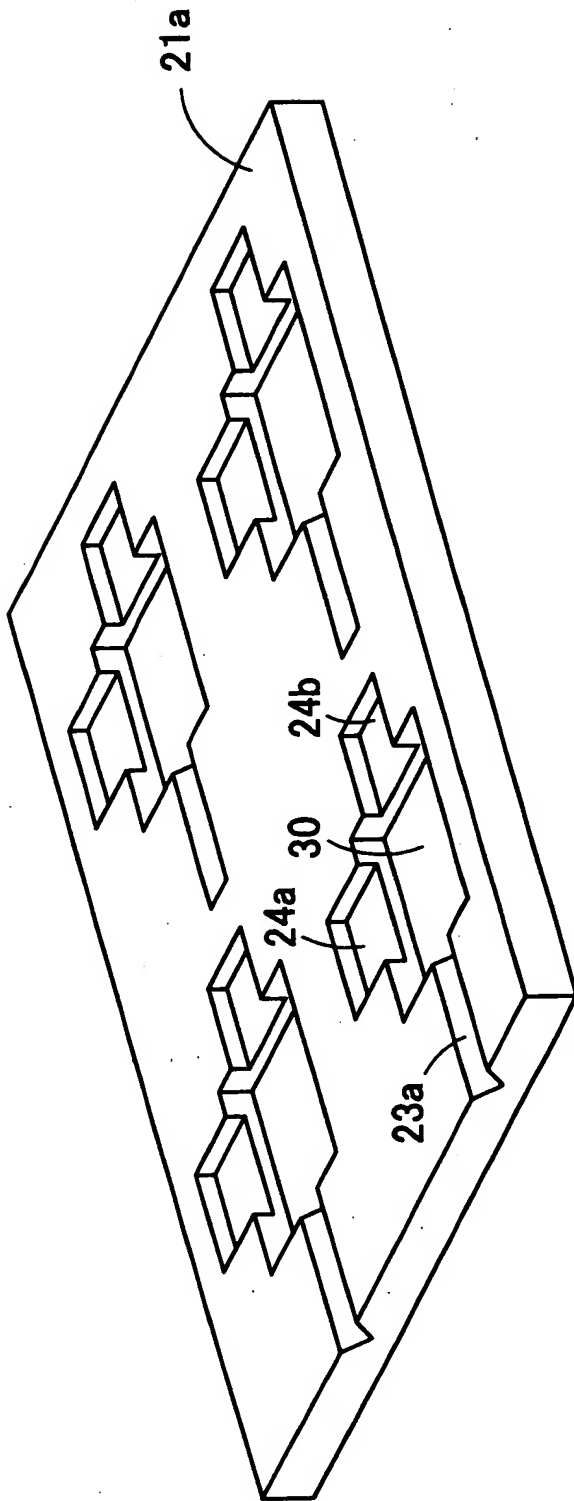


【図 5】

14a

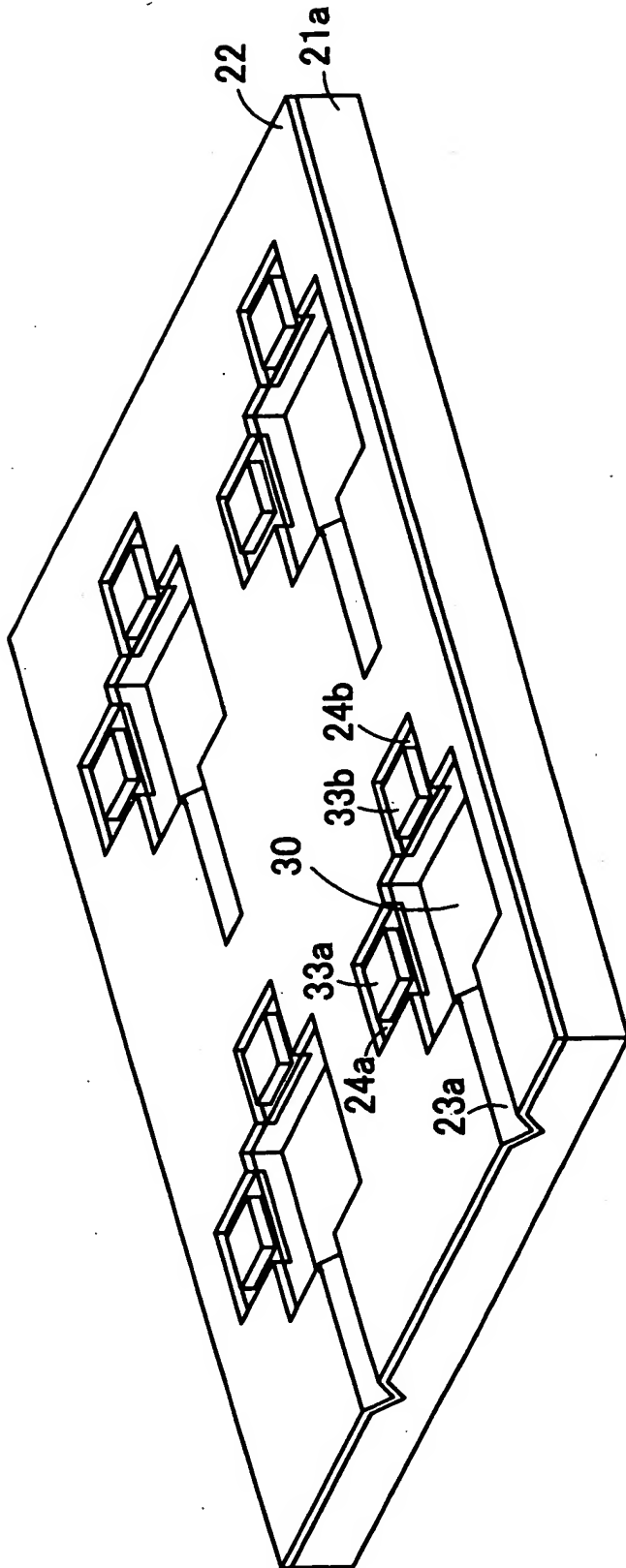


【図 6】

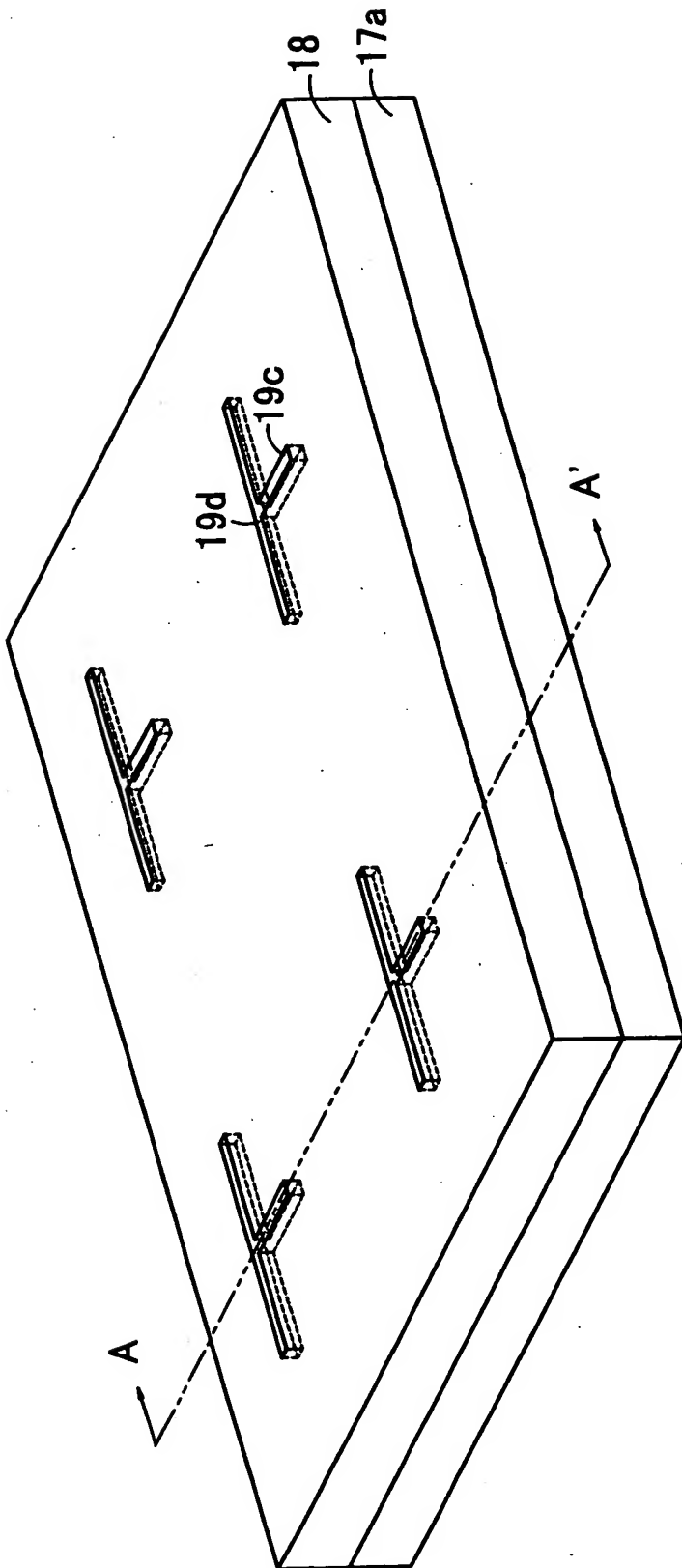


【図 7】

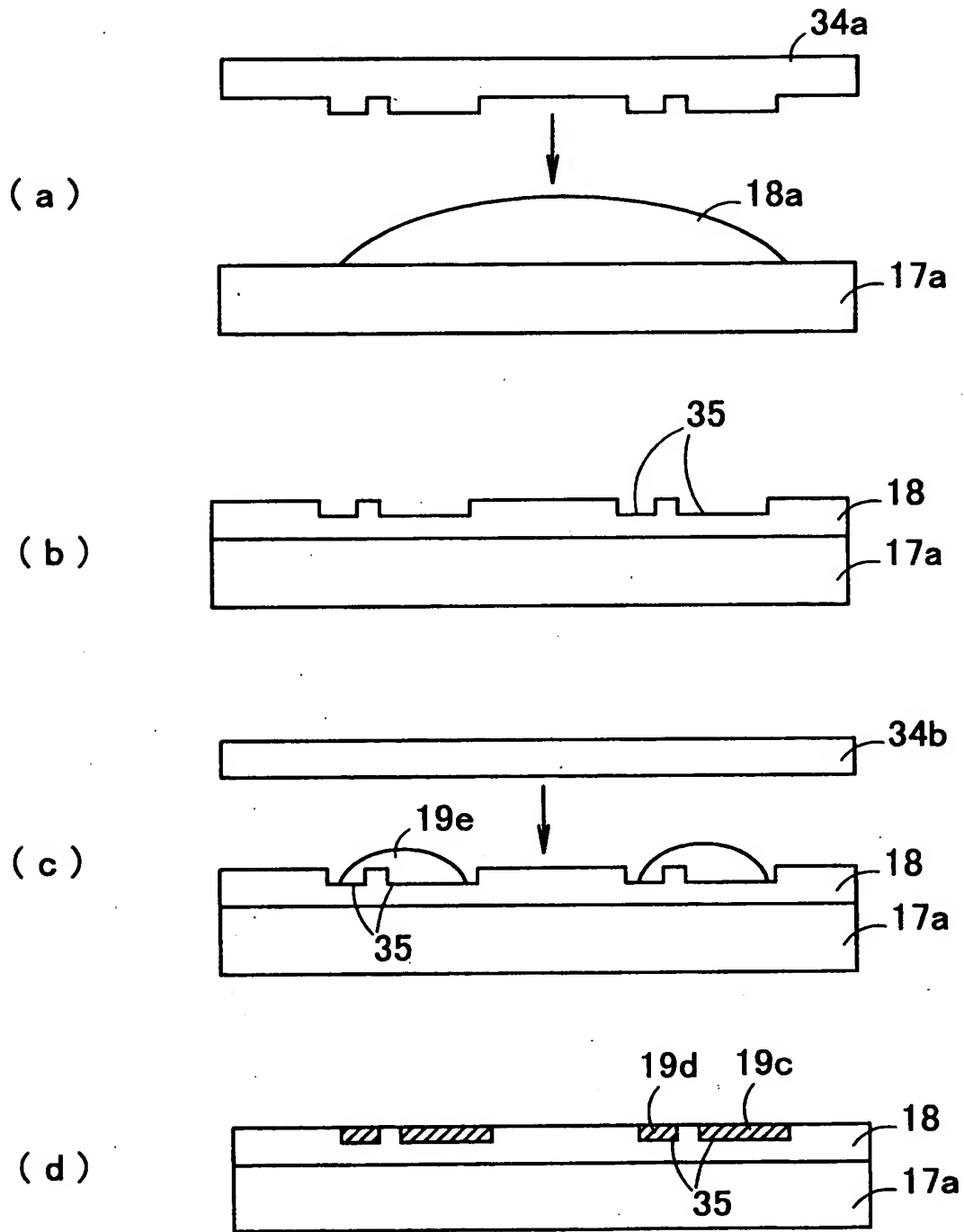
16a



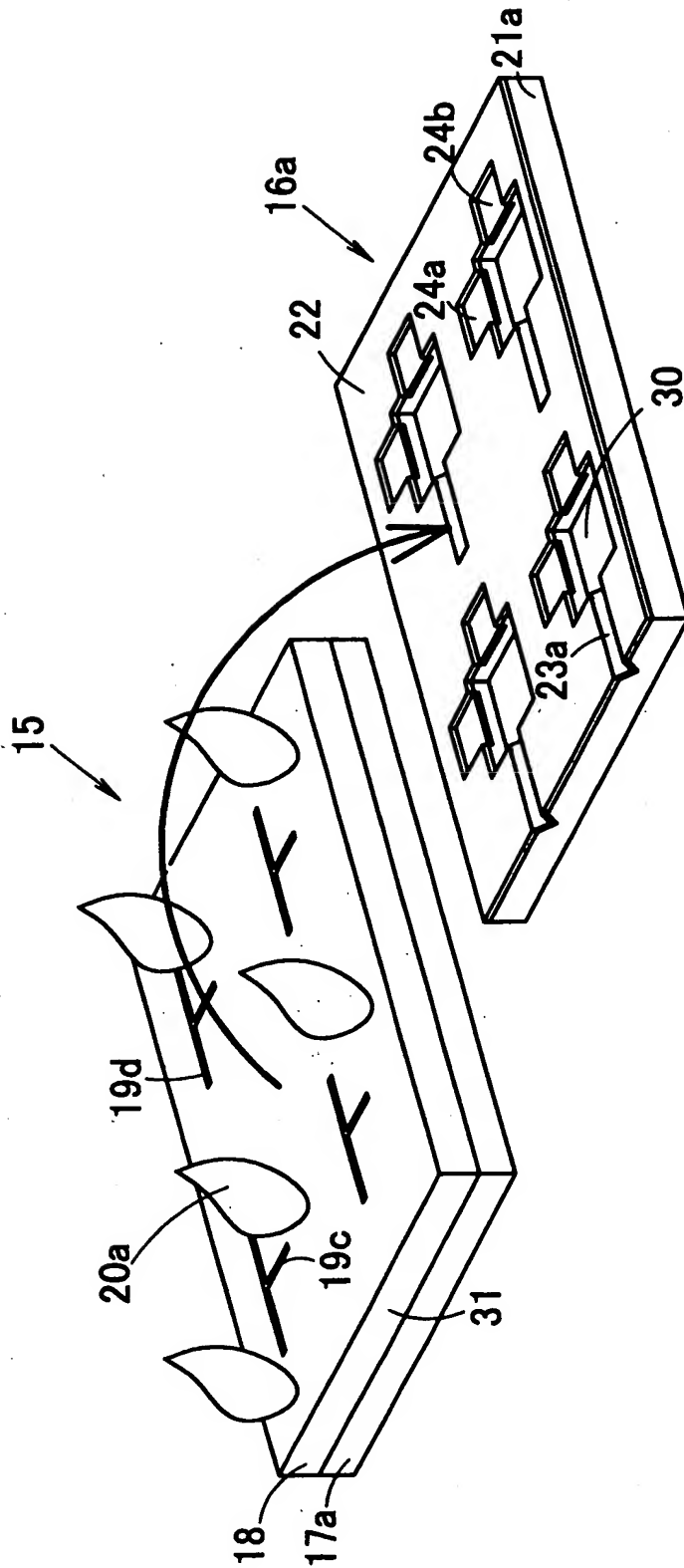
【図 8】



【図9】

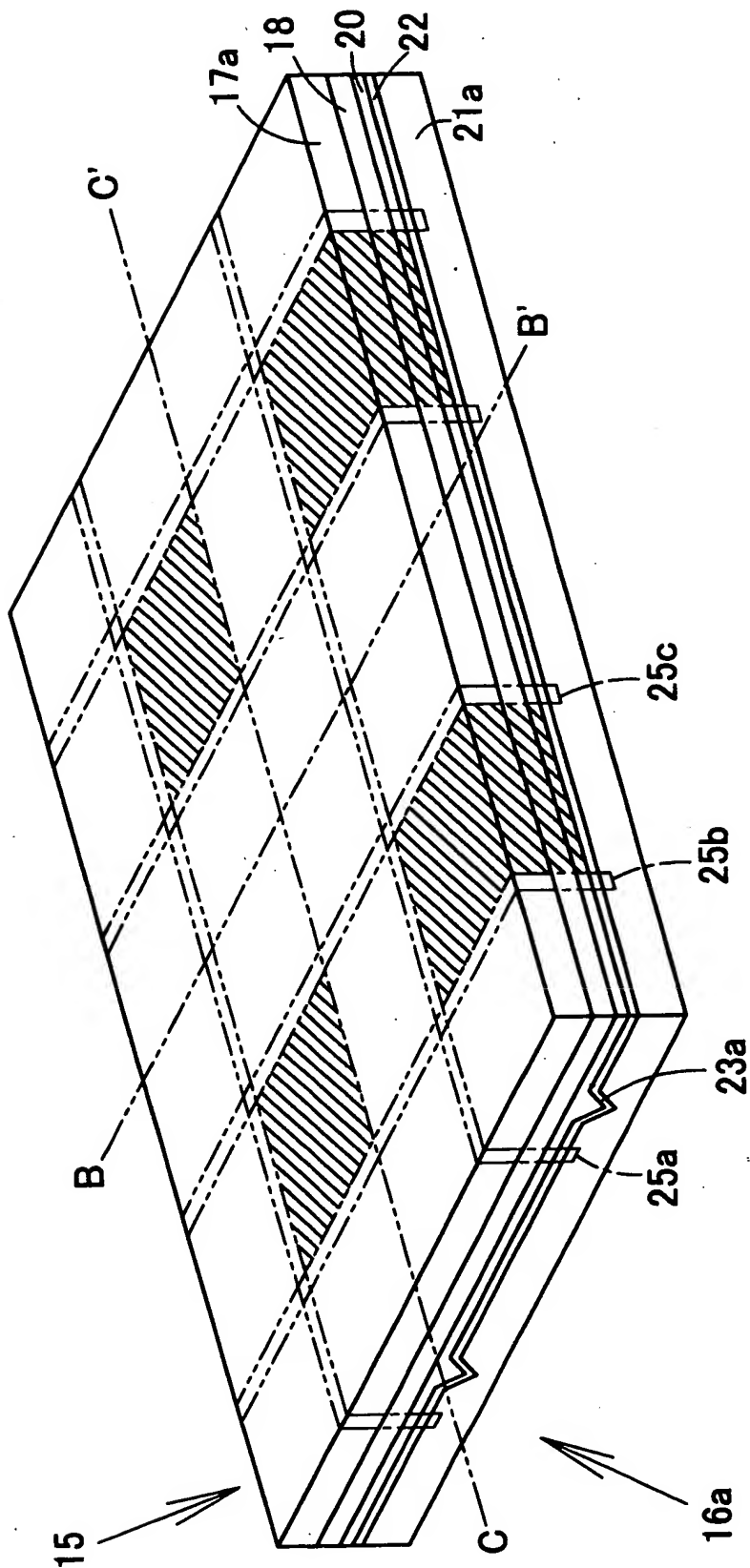


【図 10】



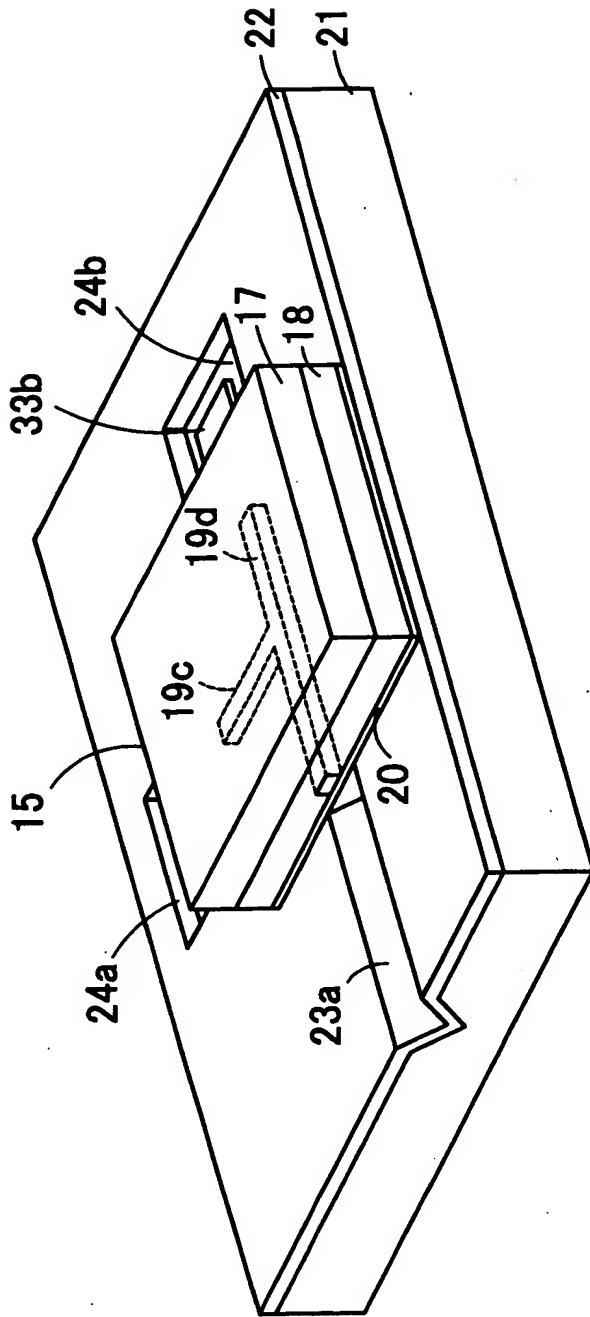


【図 11】



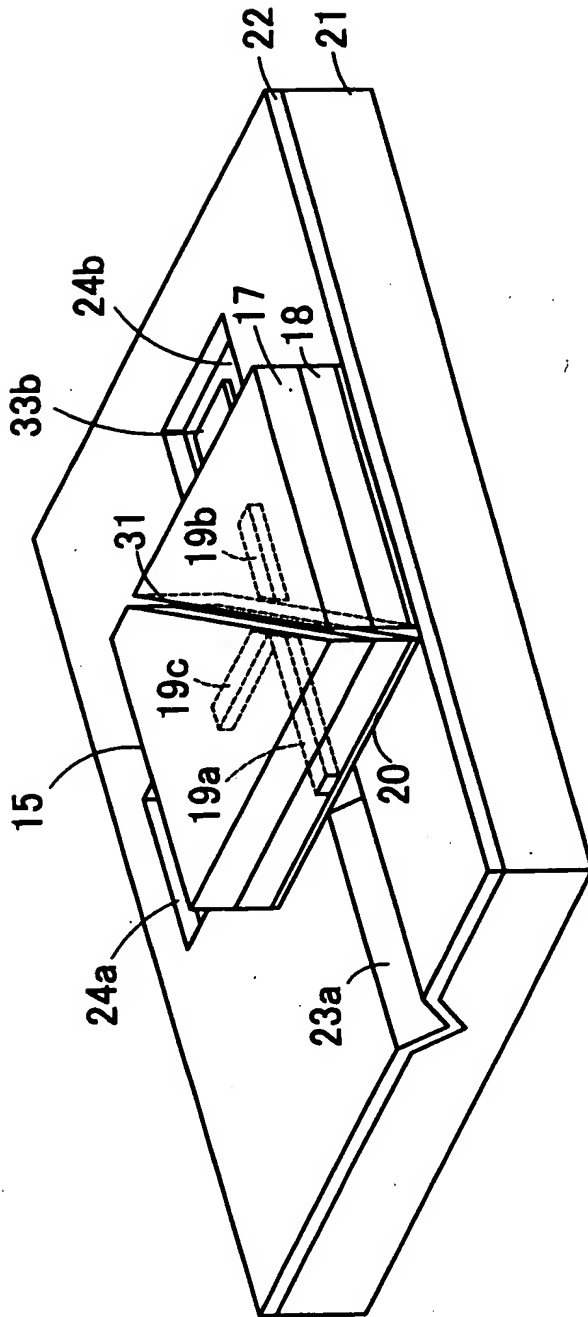
【図 12】

14a

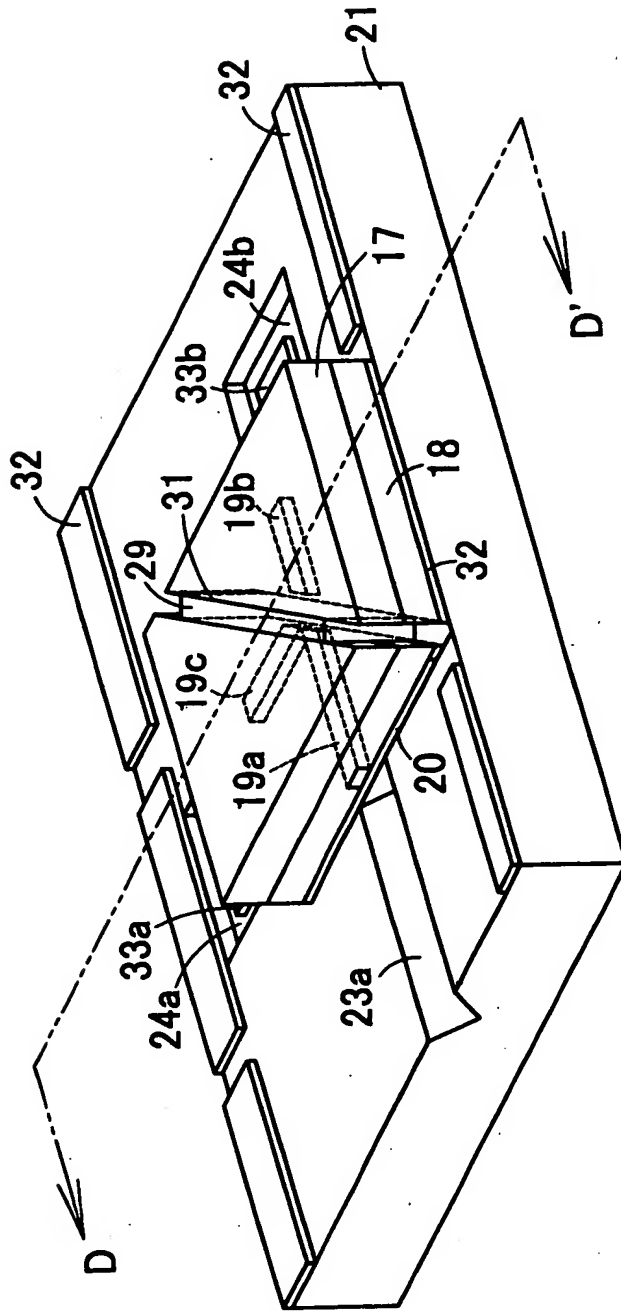


【図 13】

14a

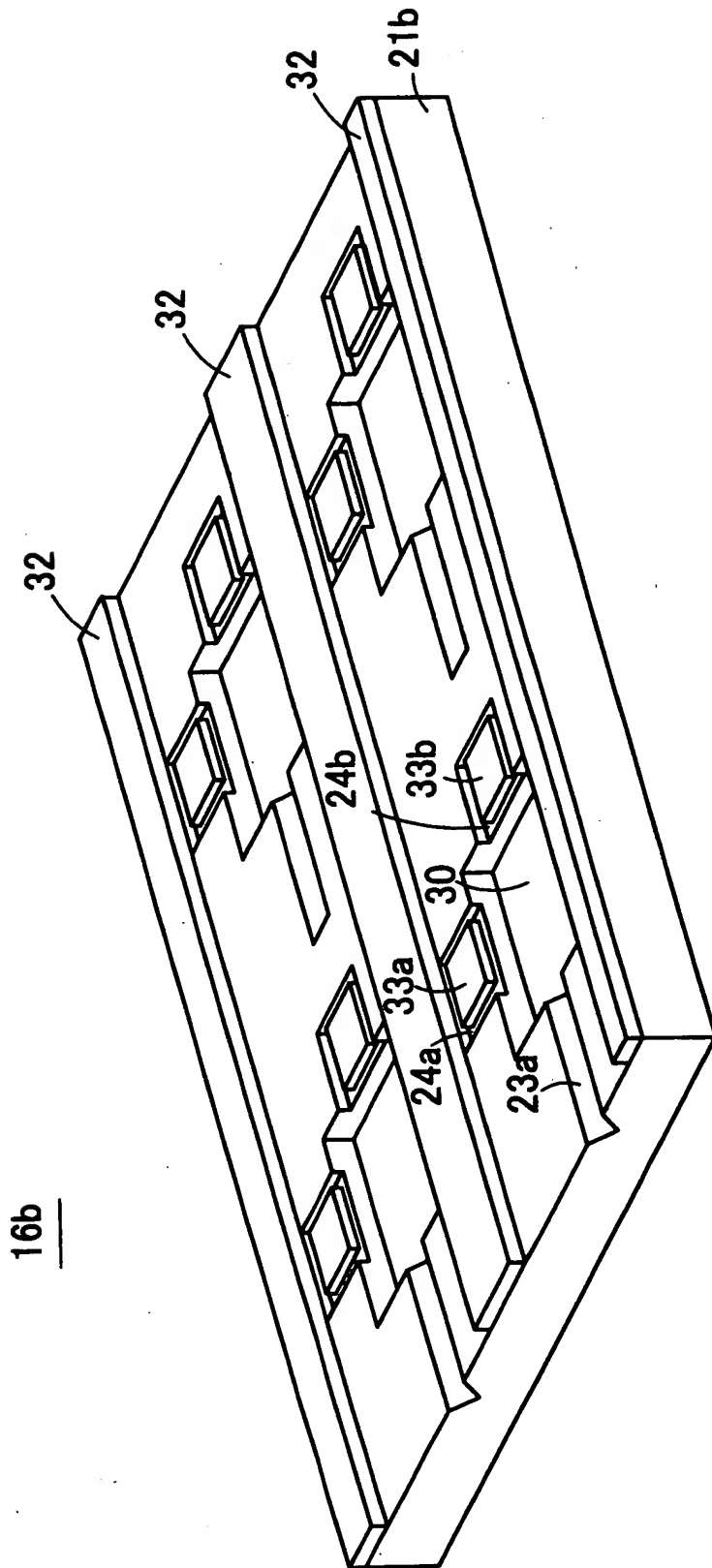


【図 14】

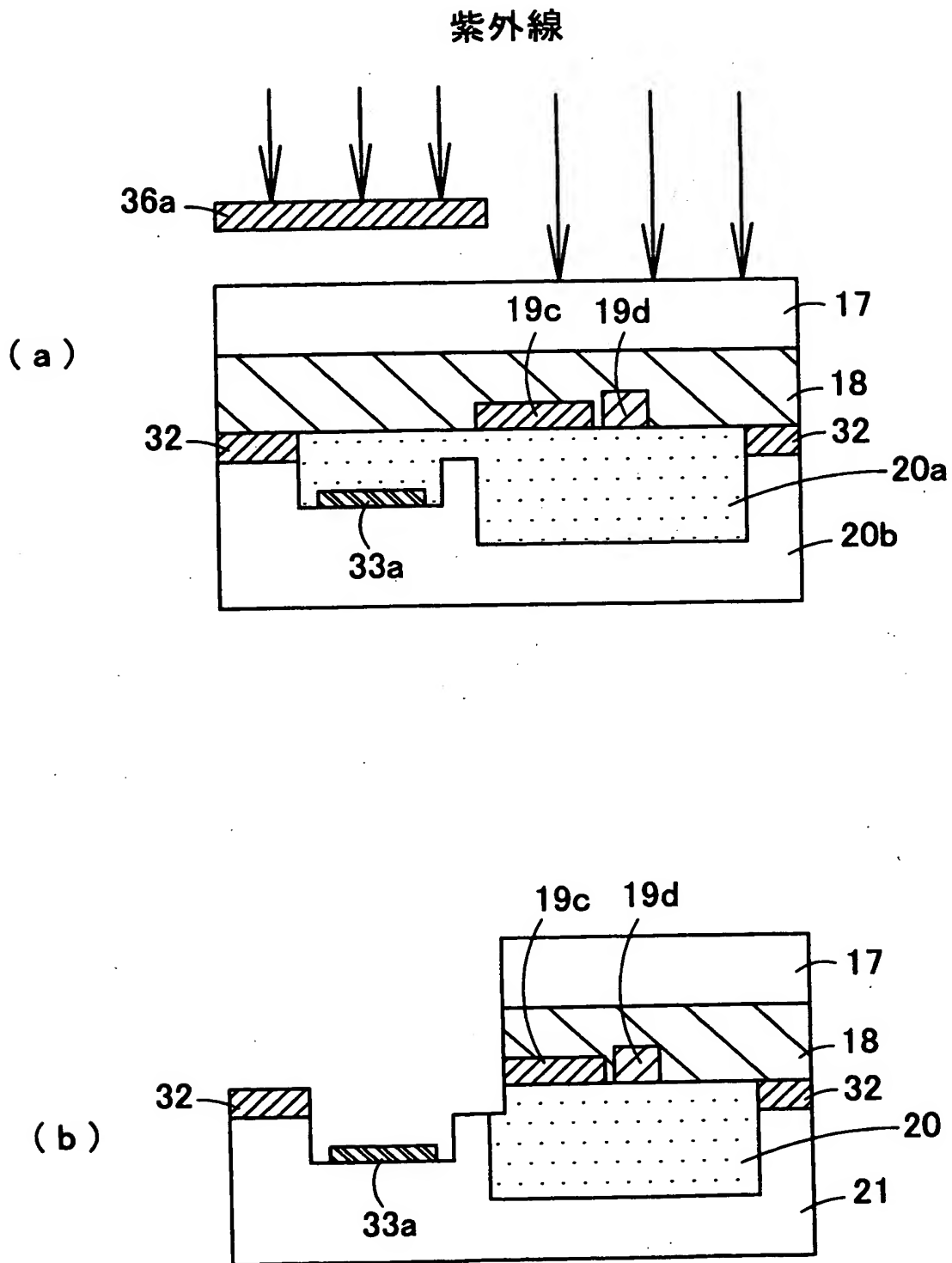


14b

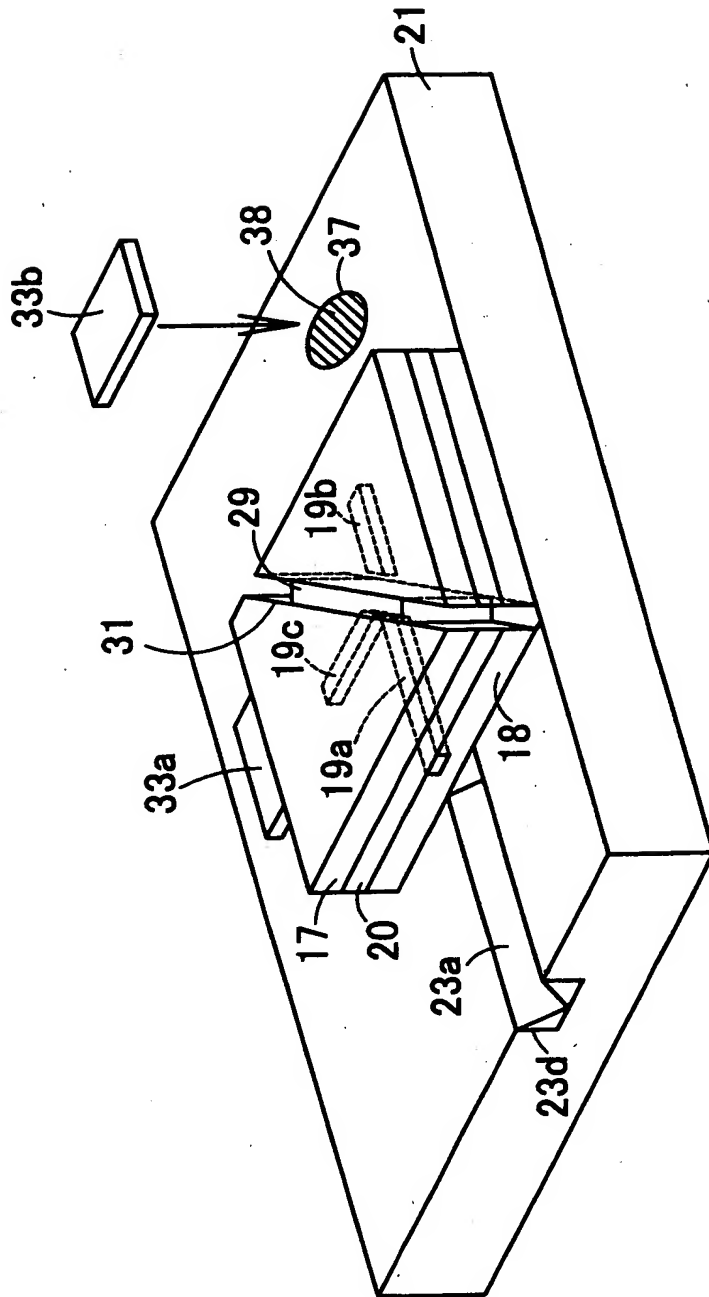
【図 15】



【図 16】

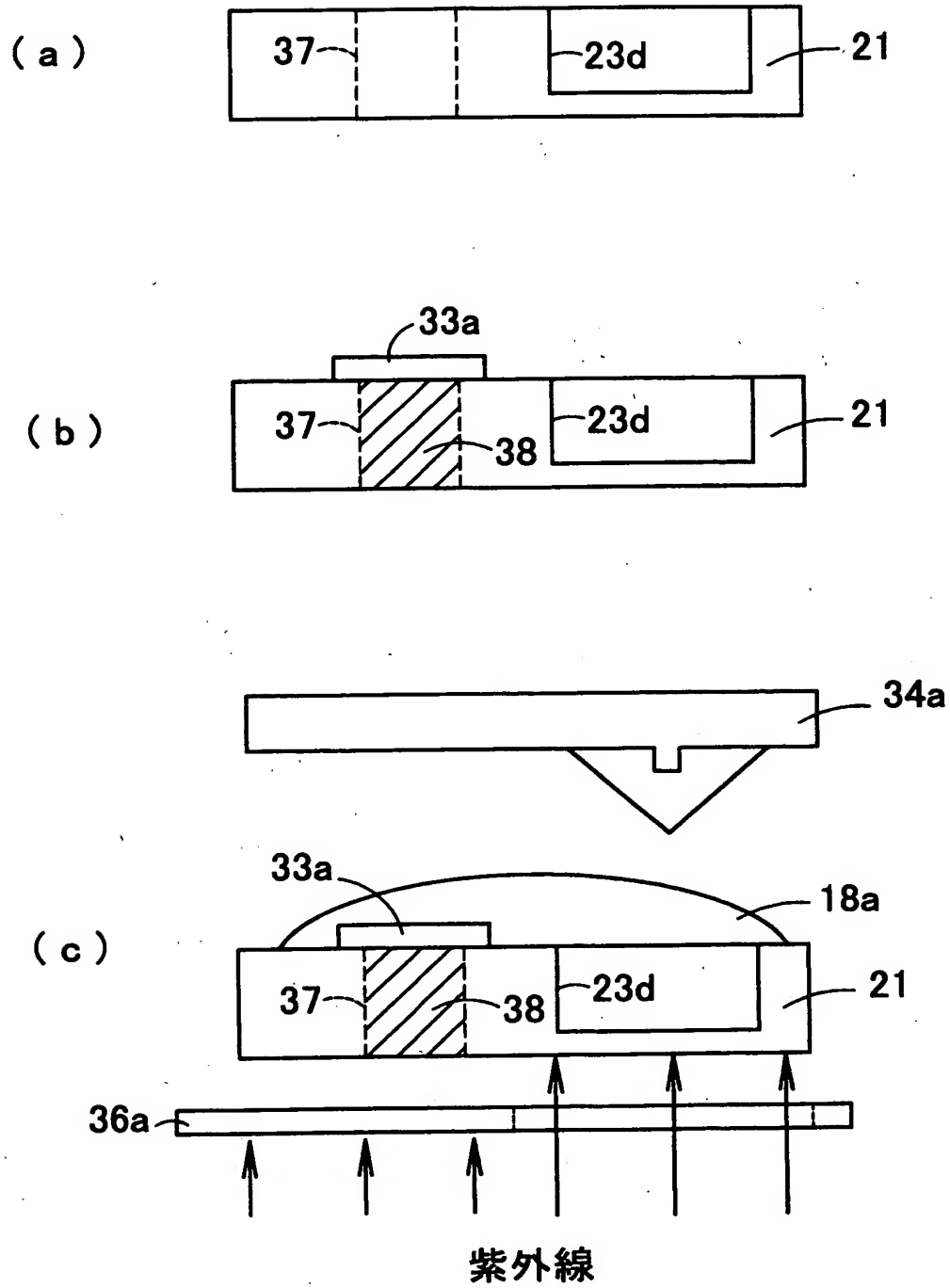


【図 17】



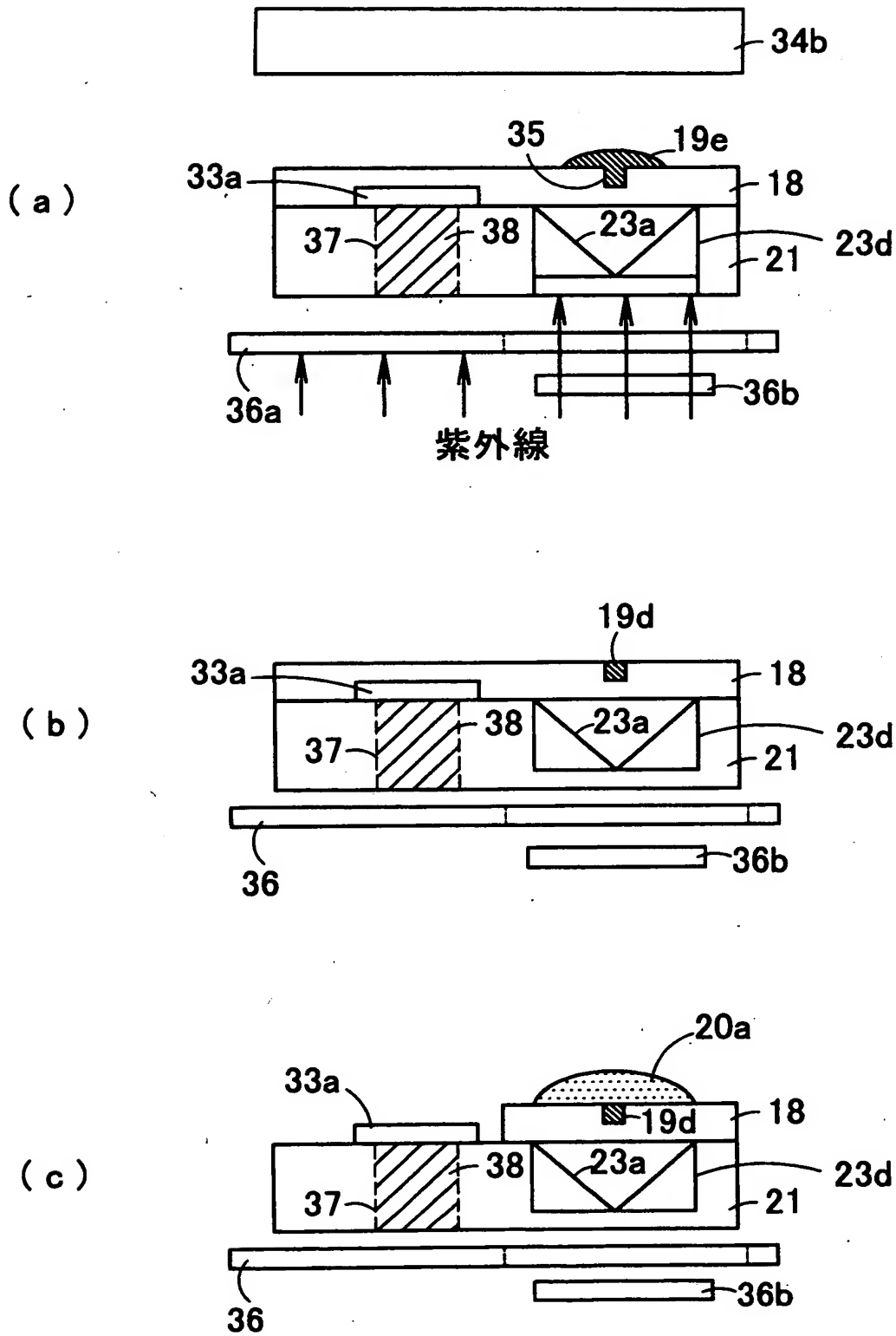
14c

【図 18】

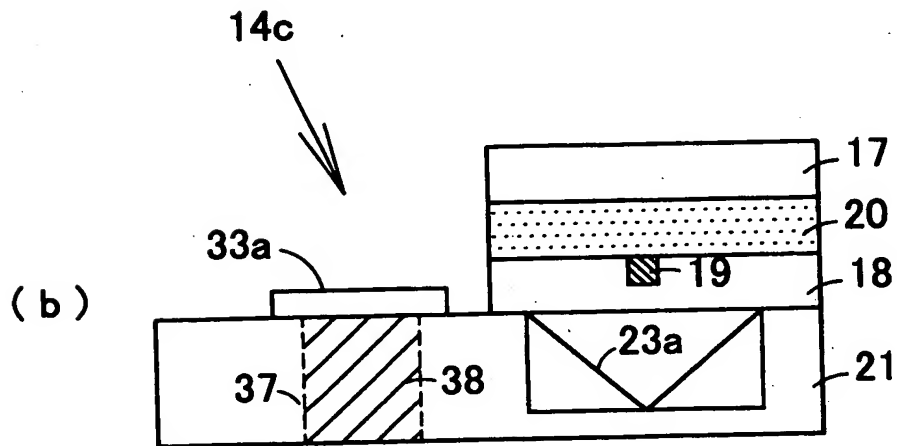
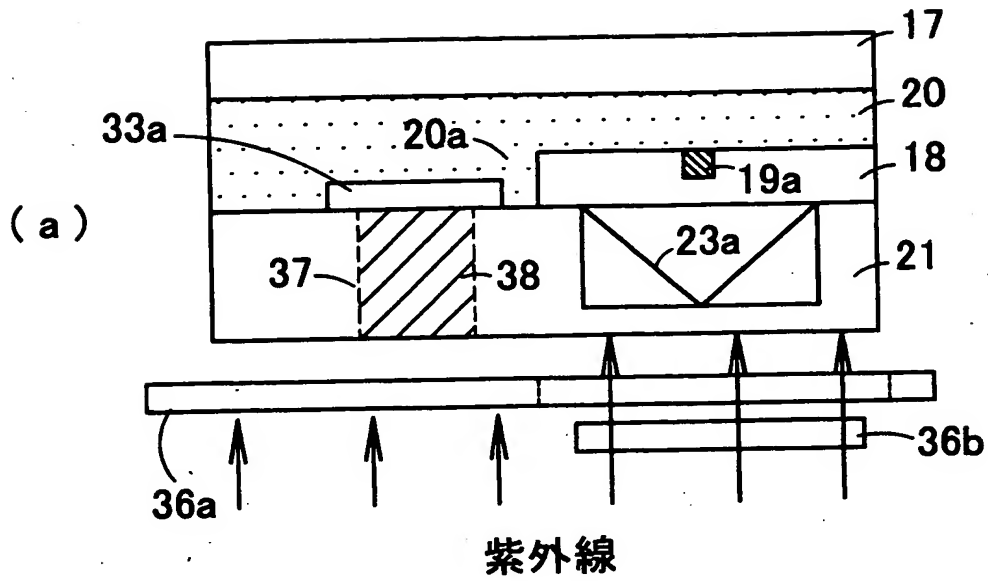




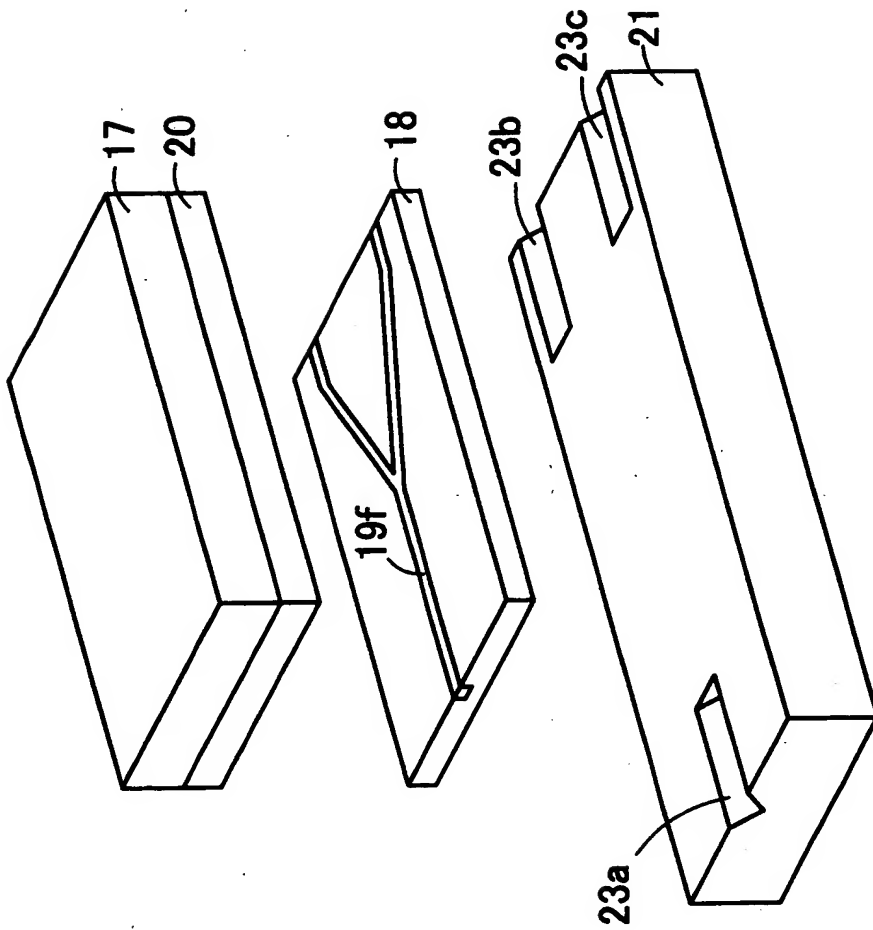
【図19】



【図 20】

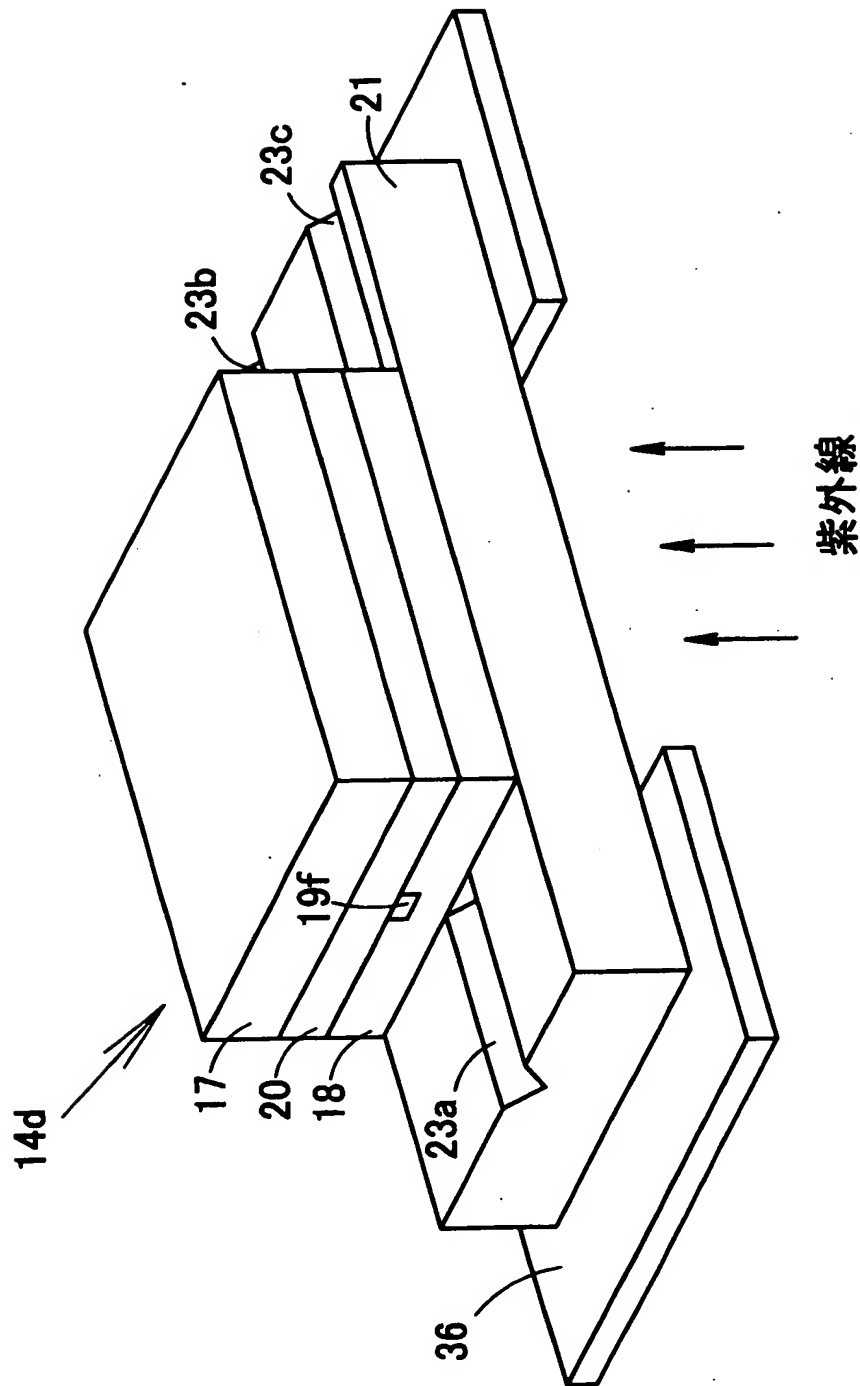


【図 2 1】

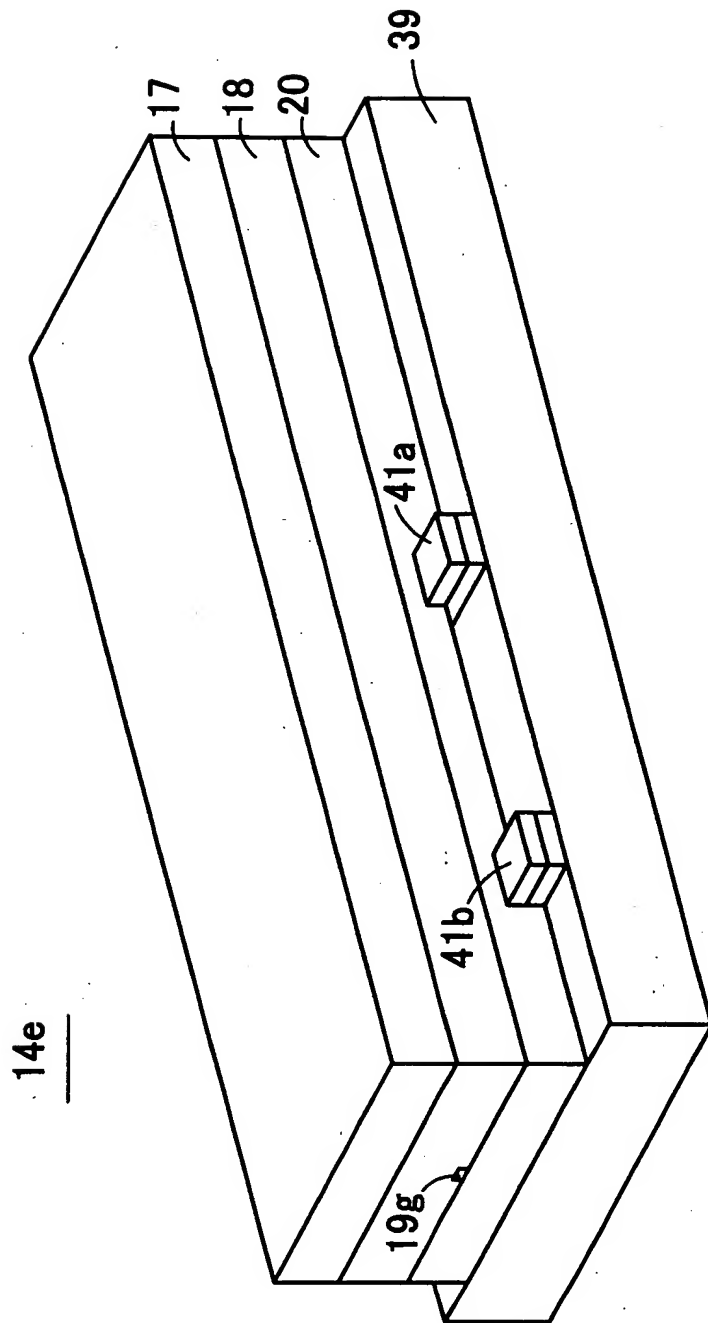


14d

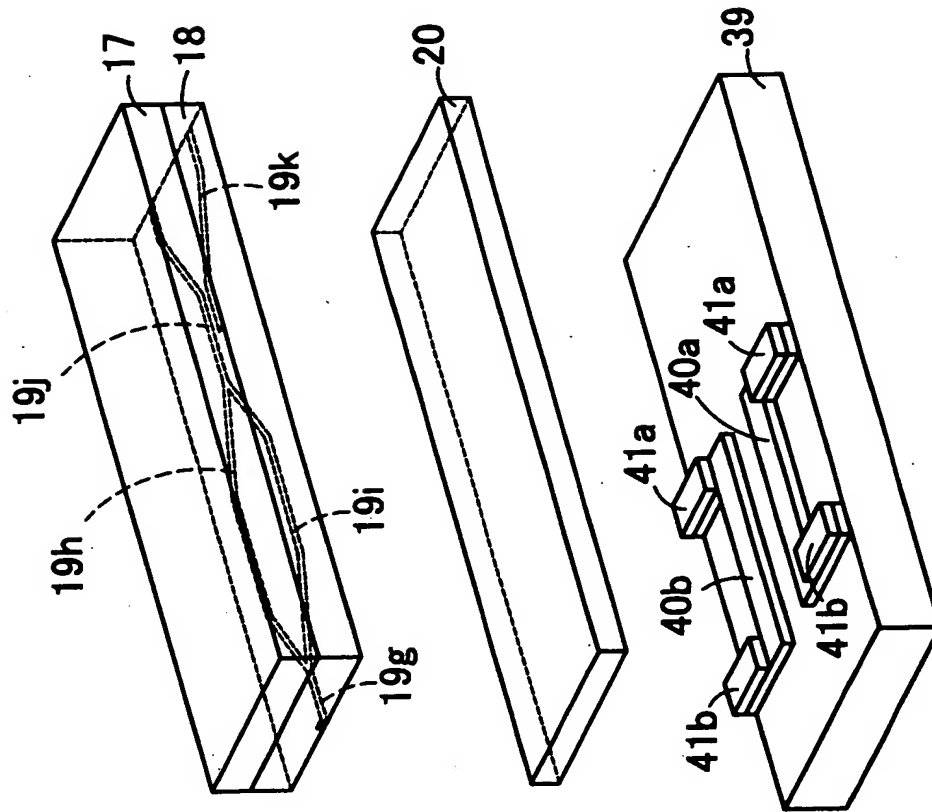
【図 22】



【図 23】



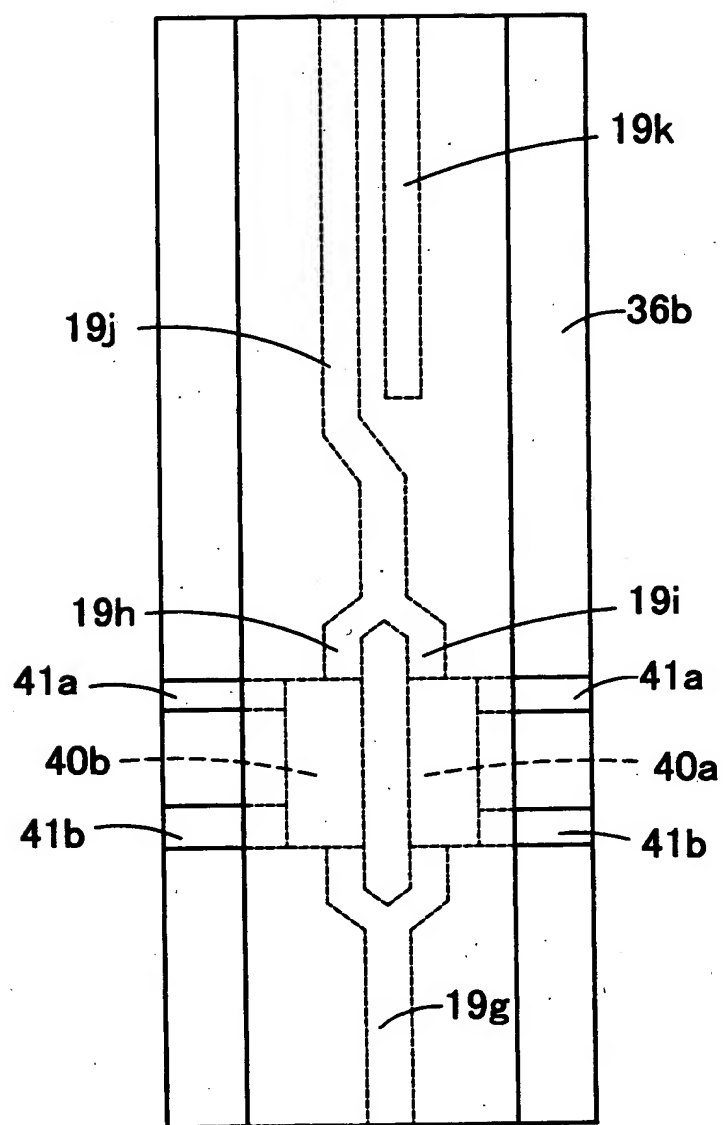
【図 24】



14e

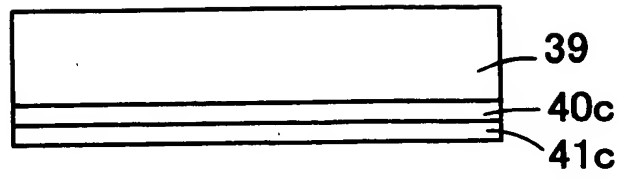
【図 2 5】

14e

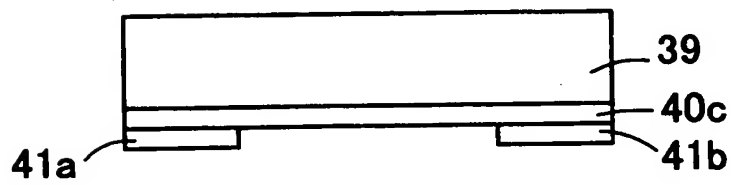


【図 2 6】

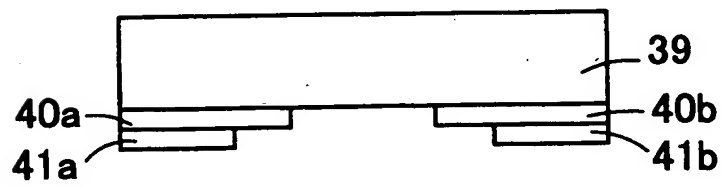
( a )



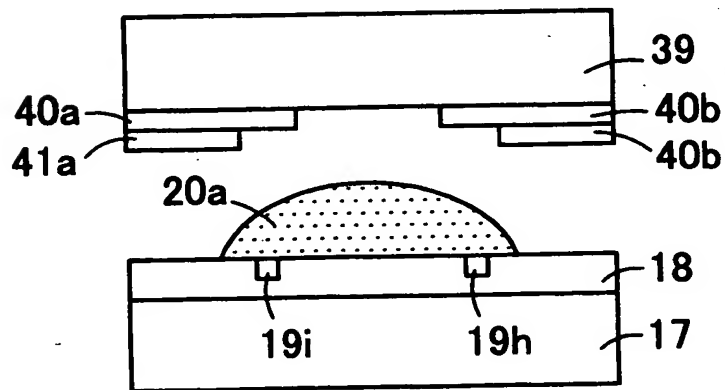
( b )



( c )

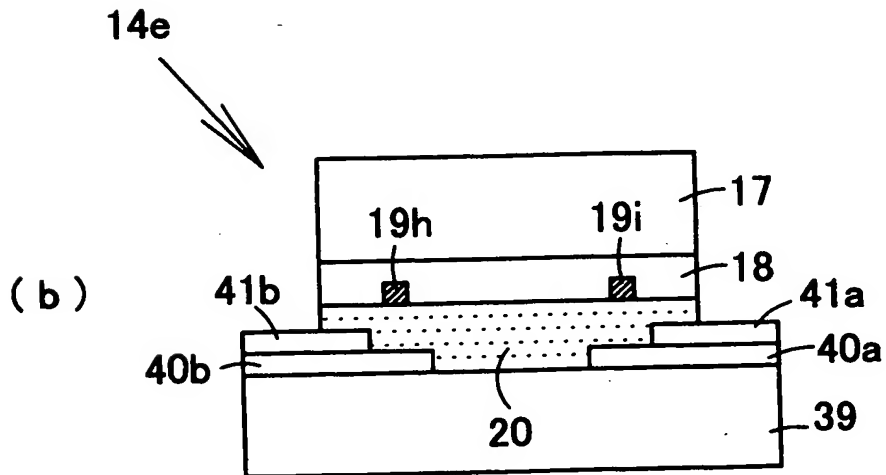
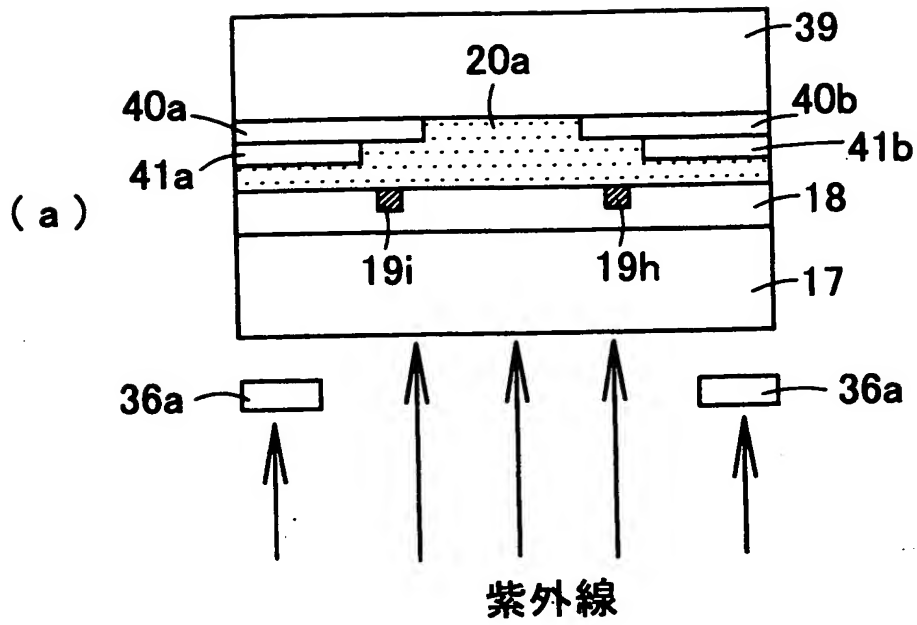


( d )

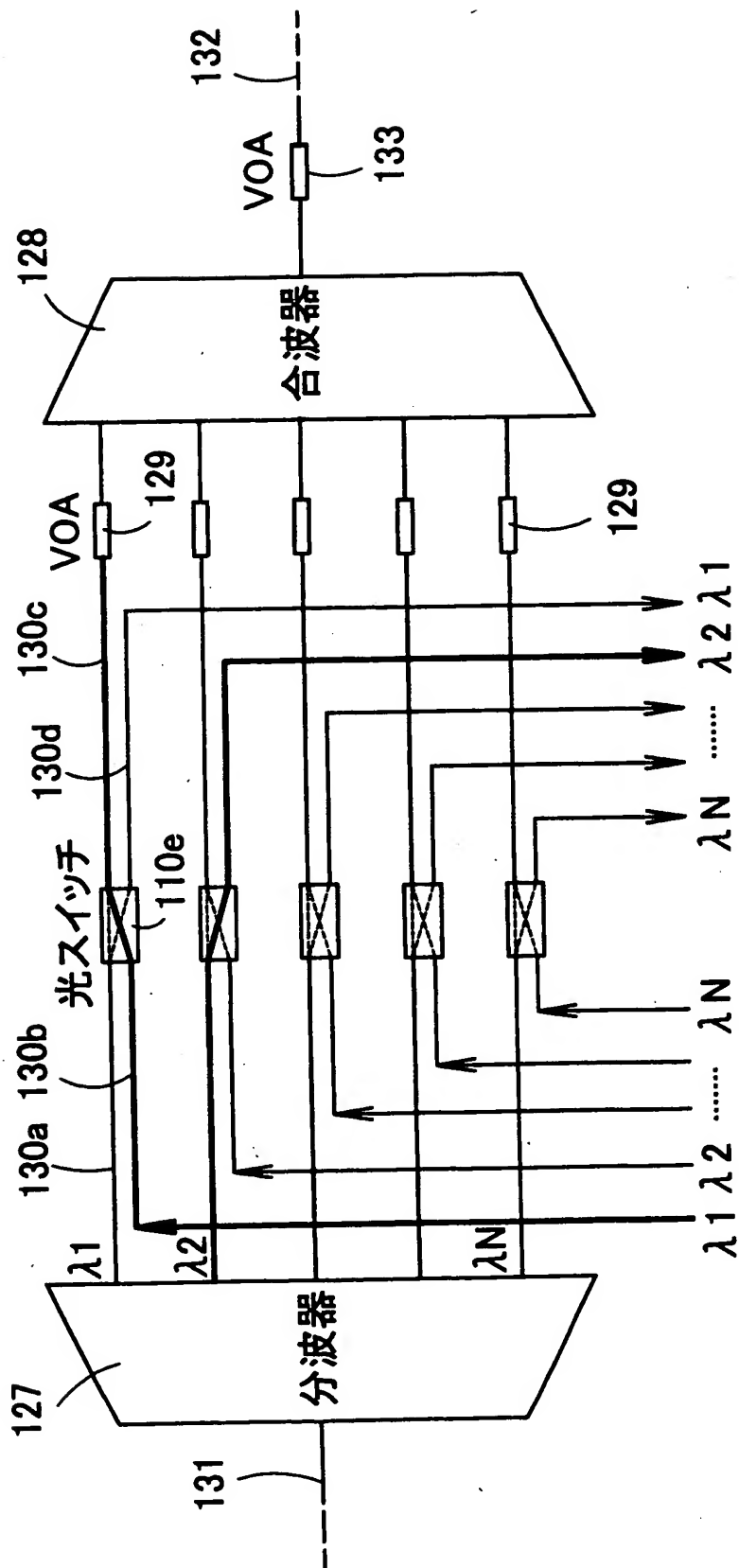




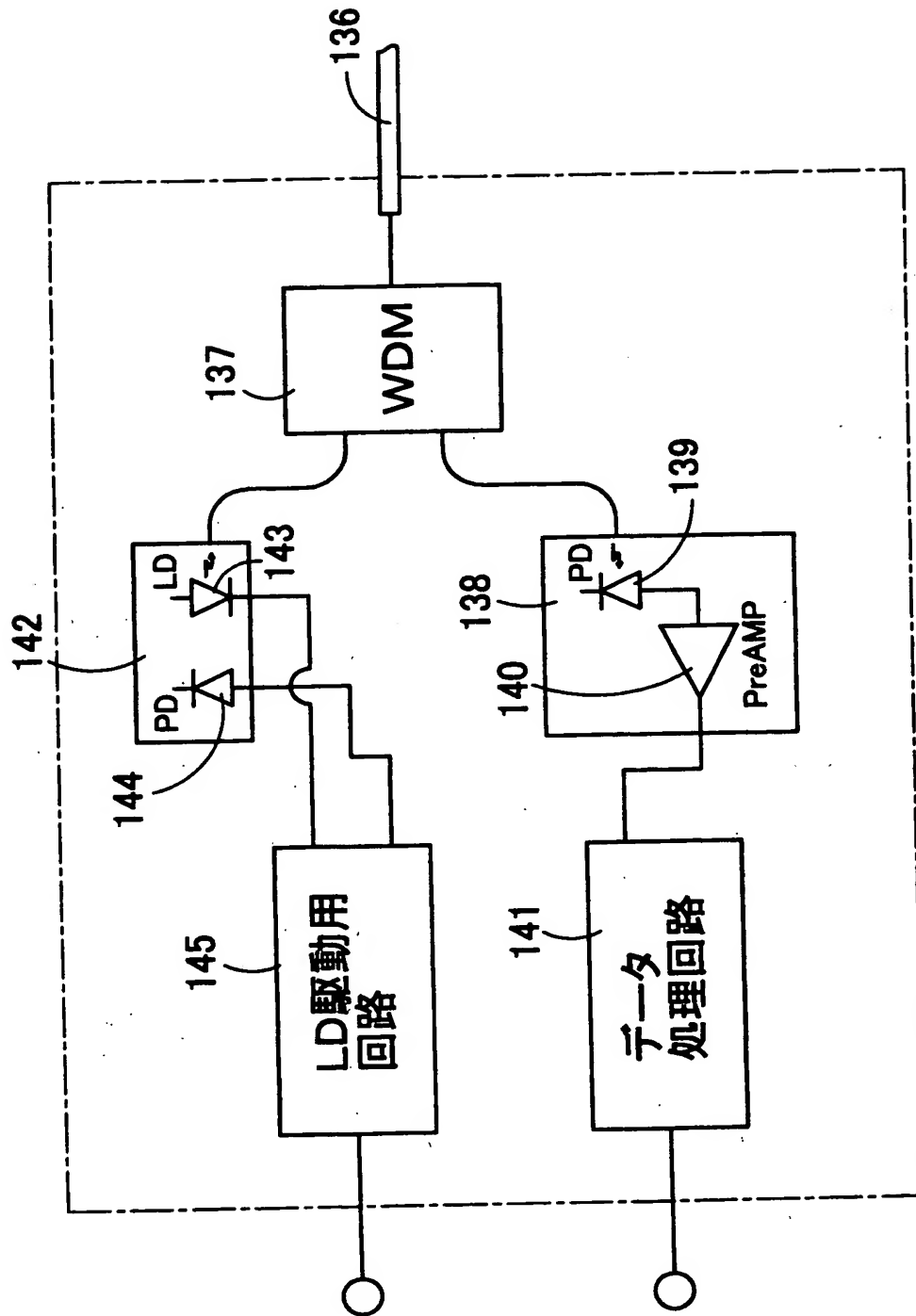
【図 27】



【図 28】



【図 29】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光導波路装置の製造工程を簡略化し、また大量生産に適した光導波路装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 シリコン基板 2 1 a の導波路固定領域 3 0 外に光ファイバを固定するための光ファイバガイド 2 3 a と、素子実装用ベンチ 3 3 a , 3 3 b を設けるための光学素子設置部 2 4 a , 2 4 b を設ける。シリコン基板 2 1 a の導波路固定領域 3 0 外には金属薄膜 2 2 を形成している。このシリコン基板 2 1 a の上面全体に上部クラッド層となる接着樹脂を介して導波路基板 1 5 を接着した後、導波路固定領域 3 0 の縁に沿って導波路基板 1 5 をダイシングし、導波路固定領域 3 0 の外部の導波路基板 1 5 を除去して光ファイバガイド 2 3 a と光学素子設置部 2 4 a , 2 4 b を露出させる。

【選択図】 図 1 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002945]

1. 変更年月日 2000年 8月11日

[変更理由] 住所変更

住 所 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地  
氏 名 オムロン株式会社